NAT 5092.6

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

U.S.A.

Exchange

June 21. 1902.

BERICHTE

DER NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT ZU FREIBURG I. BR.

ZWÖLFTER BAND.

AUSGEGEBEN AM 25. APRIL 1902.

BERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU

FREIBURG I. BR.

IN VERBINDUNG MIT

Dr. Dr. F. Hildebrand, F. Himstedt, J. Lüroth, J. von Kries,
G. Steinmann, A. Weismann, R. Wiedersheim,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG,

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. K. GERHARDT.

ZWÖLFTER BAND

MIT 17 TAFELN UND 39 ABBILDUNGEN IM TEXT

ZUGLEICH

FESTSCHRIFT ZU DEM 50-JÄHRIGEN JUBILÄUM DES REGIERUNGSANTRITTS
SR. KGL. HOHEIT DES GROSSHERZOGS

FRIEDRICH

DES ERHABENEN PROTECTORS DER GESELLSCHAFT.

FREIBURG I. BR.
C. A. WAGNER'S UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI.
1902.

Inhalt

des XII. Bandes.

Seite

Mitgliederverzeichniss IX

Ueber die Fortpflanzung der limnetischen Copepoden des Titisees. Mit 6 Abbildungen. Von *Valentin Haecker* 1

Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. II. Theil, südlicher Rhaeticon. Mit 9 Tafeln und 19 Abbildungen im Text. Von *Theodor Lorenz* . . 34

Die Entwicklung der Alkaloïd-Chemie im 19. Jahrhundert und ihre Bedeutung für die Medizin. Mit 1 Tafel. Von *Albert Edinger* 96

Ueber die Schilddrüse. Von *E. Roos* 119

Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl. Mit 4 Tafeln. Von *G. Meyer* 134

Plastisch-anatomische Betrachtungen. Mit 3 Tafeln und 14 Abbildungen im Text. Von *E. Gaupp* 175

Im Jahre 1902

besteht der Vorstand aus den Herren:

Hofrat Prof. Dr. Kraske, Präsident.
Hofrat Prof. Dr. Steinmann, Vicepräsident.
Dr. Fischer, Schriftführer.
Major Dr. Gerhardt, Bibliothekar und Redakteur.
Dr. E. Gruber, Kassenverwalter.

JUN 21 1902

Mitgliederverzeichniss

der Naturforschenden Gesellschaft

zu Freiburg im Breisgau.

1901.

Der Vorstand

besteht im Jahre 1901 aus den Herren:

Hofrath Dr. Steinmann, Präsident.
Hofrath Dr. Wiedersheim, Vicepräsident.
Prof. Dr. Nagel, Schriftführer.
Major Dr. Gerhardt, Bibliothekar und Vorsitzender der Redaktionskommission.
Dr. E. Gruber, Kassenverwalter.

Ehrenmitglieder:

Röntgen, Prof. Dr., Würzburg, seit 1896.

Ordentliche Mitglieder:

Alterthum, Dr., Frauenarzt, Moltkestr. 38.
André, Casper, Massagearzt, Friedrichstr. 53.
Autenrieth, Prof. Dr., Zähringerstr. 31.
Baas, Prof. Dr., Schlossbergstr. 9.
Baist, Prof. Dr., Thalstr. 12.
Bartels, Dr., Zahnarzt, Kaiserstr. 155.
Bätcke, Max, Privat, Goethestr. 7.
Baumann, S., Dr., Mozartstr. 24.
Bäumler, Geheimrath, Prof. Dr., Josephstr. 7.
Bekk, Cäsar, Bergwerksdirektor a. D., Maximilianstr. 30.
Bergold, Prof. Dr., Goethestr. 26.

BERNS, A. W. C., Dr., Schauinslandstr. 99.
BIERMANN, Dr., Apotheker, Münsterplatz.
BISTRAM, Frhr. von, Geologisches Institut.
BLOCH, Prof. Dr., Schillerstr. 22.
BÖHM, Prof. Dr., Goethestr. 15.
BRASSERT, C. A., Privat, Stadtstr. 11.
v. BRIESEN, Privat, Thurnseestr. 44.
BULIUS, Prof. Dr., Marienstr. 1.
BURGER, Oberrealschulprofessor, Glümerstr. 23.
VAN CALKER, Privatdozent, Güntersthalstr. 19.
v. CHRISMAR, Oberst z. D., Theaterplatz 5.
CLEMENS, Dr., Privatdozent, Colombistr. 31.
COHN, Prof. Dr., Goethestr. 14.
DAHLKE, Oberstleutnant, Maximilianstr. 12.
DEIMLING, Dr., Generalarzt, Karlsplatz 1.
DIFFENÉ, Wilh., Privat, Goethestr. 34.
DÖBLER, Major z. D., Erwinstr. 21.
DUNG, A. C., Apotheker, Zasiusstr. 6.
EBER, G., Kaufmann, Lorettoberg 4, Villa Traumeck.
EBER, Leutnant a. D., Schwimmbadstr. 6.
ECKSTEIN, Heinrich, Fabrikant, Kaiserstr. 15.
EDINGER, Prof. Dr., Schwimmbadstr. 16.
EHMANT, Heinrich, Privat, Starkenstr. 19.
EISENLOHR, Bankdirektor, Goethestr. 25.
EMMINGHAUS, Hofrath Prof. Dr., Jakobistr. 6.
ERNE, Fr., Dr., Katharinenstr. 4.
ESCHBACHER, Dr., prakt. Arzt, Kaiserstr. 154.
ESCHBACHER, Medizinalrath, Dr., Kaiserstr. 154.
FAULER, Alfr., Fabrikant, im Grün 6.
FAULER, Herm., Fabrikant, Goethestr. 17.
FENTZLING, Bezirksthierarzt, Adelhauserstr. 10.
FERRARS, M. H., Lektor, Hildastr. 56.
FICKE, H., Stadtrath, Luisenstr. 2.
FISCHER, Dr., Privatdozent, Rosastr. 19.
FITZ, Privat, Güntersthalstr. 49.
FOCKE, Dr., Goethestr. 35.
FOHR, Hofapotheker, Ludwigstr. 33.
FRITSCHI, Dr., Medizinalrath, Salzstr. 5.
FROMM, Prof. Dr., Bismarckstr. 6.
FUCHS, Prof. Dr., Goethestr. 2.

Ganz, Theod., Privat, Maximilianstr. 15.
Gäss, Franz, Dr., Goethestr. 16.
Gattermann, Prof. Dr., Stadtstr. 13.
Gaupp, Prof. Dr., Luisenstr. 3.
Gerhardt, Dr., Major, Thurnseestr. 57.
Gerlach, Dr., Waldkirch.
Gillmann, F., Ingenieur, Gartenstr. 1.
Goldmann, Prof. Dr., Kaiserstr. 18.
Görger, O., Dr., Privat, Schlangenweg 1.
Gräff, Prof. Dr., Rheinstr. 39.
Greiner, Zeichenlehrer, Schwarzwaldstr. 27.
Grosse, Prof. Dr., Mozartstr. 5.
Gruber, E., Dr., Deutschordensstr. 22.
Gruber, Prof. Dr., Stadtstr. 3.
v. Guaita, G., Marienstr. 2.
Günther, Dr., Karlsplatz 36.
Haardt, Dr., Medizinalrath, Emmendingen.
Haffner, Reallehrer, Erbprinzenstr. 15.
Hailer, L., Ingenieur, Goethestr. 40.
Hase, Hofphotograph, Karlsplatz 4.
Hassencamp, Apotheker, Schillerstr. 4.
Hauser, Aug., Zahnarzt, Kaiserstr. 44.
Hefner, Prof., Schlossbergstr. 11.
Hegar, Prof. Dr., Geheimrath, Friedrichstr. 31.
Hegar, Dr., Assistenzarzt, Frauenklinik.
Hellige, F., Kaufmann, Jakobistr. 15.
Herrenknecht, Dr., Arzt und Zahnarzt, Katharinenstr. 5
Heydweiller, Dr., Arzt, Glümerstr. 33.
Hildebrand, Dr., prakt. Arzt, Wallstr. 5.
Hildebrand, Prof. Dr., Geh. Hofrath, Karlsstr. 57.
Himstedt, Prof. Dr., Goethestr. 8.
Hinsberg, Dr., Dreikönigstr. 30.
Holtmeyer, Dr., Schwimmbadstr. 16.
Hüglin, Privat, Hildastr. 42.
Hüglin, Weinhändler, Bertholdstr. 63.
Huste, R., Naturalienhändl., Moltkestr. 26.
Jakobi, Prof. Dr., Ringstr. 13.
Junghanns, Wilh., Apotheker, Erwinstr. 6.
v. Kahlden, Prof. Dr., Hebelstr. 14.
Kapferer, Heinr., Bankier, Kaiserstr. 89.

v. KAPHENGST, A., Generalmajor, Goethestr. 15.
KAUFMANN, Dr., prakt. Arzt, Schillerstr. 44.
KEIBEL, Prof. Dr., Schwarzwaldstr. 12.
KEIL, G., Privat, Mercystr. 8.
KELLER, Adolf, Leutnant a. D., Friedrichstr. 27.
KELLER, Franz, Privat, Friedrichstr. 27.
KEMPKE, Hofphotograph und Maler, Röderstr. 9.
KESER, Jos., Prof., Thalstr. 32.
KEWITSCH, Prof. Dr., Maximilianstr. 18.
KILIANI, Prof. Dr., Stadtstr. 13a.
KILLIAN, Prof. Dr., Friedrichstr. 39.
KIRCHGESSNER, Prof., Friedrichstr. 47.
KLUGE, Prof. Dr., Scheffelstr. 53.
KNEIS, Dr., Reallehrer, Bernhardstr. 3.
KNETSCH, K., Privat, Kaiserstr. 10.
KNIES, Prof. Dr., Röderstr. 8.
KOCH, Synesius, Prof. Dr., Stadtstr. 15a.
KÖGLER, P. A., Privat, Goethestr. 50.
KÖNIG, K., Privat, Güntersthalstr. 59.
KÖNIGSBERGER, Dr., Privatdozent, Stadtstr. 20.
KORFF, Dr., Arzt, Schwimmbadstr. 24.
KRASKE, Hofrath, Prof. Dr., Ludwigstr. 41.
KRAUEL, Geh. Legationsrath, Goethestr. 53.
v. KRIES, Prof. Dr., Geh. Hofrath, Goethestr. 42.
KROMER, Wilh., Fabrikant, Schöneckstr. 1.
KRONE, Paul, Privat, Schwarzwaldstr. 1.
KRÜGER, Telegrapheninspektor a. D., Schwimmbadstr. 2.
KRUMEICH, Aug., Fabrikant, Zähringerstr. 63.
KÜBLER, Karl, Privat, Schreiberstr. 20.
KUENZER, Adolf, Fabrikant, Zähringerstr. 16.
KUZNITZKY, Generalarzt, Scheffelstr. 42.
LIEFELD, amerik. Vicekonsul, Eisenbahnstr. 66.
LIEHL, Reallehrer, Schwimmbadstr. 18.
LOCHERER, Dr., prakt. Arzt, Friedrichstr. 43.
LOEWY, Dr., Privatdozent, Thurnseestr. 4.
LOTHER, F., Privat, Leopoldstr. 2.
LUBBERGER, Baurath, Lessingstr. 12.
LÜROTH, Geh. Hofrath, Prof. Dr., Mozartstr. 10.
LÜTJENS, Konsul, Maximilianstr. 14.
MANZ, Prof. Dr., Geheimrath, Katharinenstr. 21.

Manz, Dr., Privatdozent, Albertstr. 4.
Mayer, Vincent, Privat, Hansastr. 2.
Mayer, R., Kaufmann, Bahnhofstr. 24.
Meigen, Prof. Dr., Hildastr. 54.
Meigen, Dr., Hildastr. 54.
Meister, Josef, Dr., Arzt, Gartenstr. 5.
Meyer, G., Prof. Dr., Dreisamstr. 3.
Mez, Adam, Fabrikant, Karthäuserstr. 37.
Mez, Julius, Kommerzienrath, Stadtstr. 1.
Mez, Karl, Fabrikant, Karthäuserstr. 28.
Mez, Oskar, Bankier, Karlsstr. 34.
Mühe, Rob., Kaufmann, Bismarckstr. 8.
Müller, W., Dr., Privatdozent, Brombergstr. 35.
Muth, Geh. Regierungsrath, Kaiserstr. 51.
Nagel, W., Prof. Dr., Erwinstr. 30.
van Nes, W., Privat, Bismarckstr. 7.
Neuberger, Prof. Dr., Belfortstr. 32.
Neumann, Prof. Dr., Maximilianstr. 4.
Oltmanns, Prof. Dr., Belfortstr. 26.
Oettinger, Lehramtspraktikant, Belfortstr. 7.
Paulcke, W., Dr., Waldseestr. 3.
Peters, Rud., Privat, Karthäuserstr. 63, Ebnet.
Petrunkewitsch, A., Dr., Katharinenstr. 13.
Pfister, Dr., Privatdozent, Psychiatr. Klinik.
Piper, Dr., Assistenzarzt, Hauptstr. 2a.
Platenius, Otto, Kriegsgerichtsrath, Thalstr. 62.
Platenius, Wilh., Privat, Bertholdstr. 64.
Prinz, Generaloberarzt a. D., Maximilianstr. 18.
Protscher, Oberstleutnant a. D., Baslerstr. 59.
Pyhrr, Felix, Weinhändler, Deutschordensstr. 27.
Rapp, Karl, Hofrath, Hebelstr. 19.
Rebmann, Oberrealschul-Direktor, Zähringerstr. 32.
Reerink, Prof. Dr., Weiherhofstr. 11a.
Reich, Dr., Medizinalrath, Rempartstr. 12.
Rickert, H., Prof. Dr., Goethestr. 57.
Risler, Dr., Fabrikant, Hildastr. 17.
Ritschl, Prof. Dr., Thurnseestr. 19.
Roos, Dr., Privatdozent, Erbprinzenstr. 16.
Rosin, Prof. Dr., Hofrath, Güntersthalstr. 64.
Ruckmich, K., Rechtsanwalt, Luisenstr. 3.

SCHEID, K., Prof. Dr., Friedrichstr. 2.
SCHELLENBERG, G., Prof., Ludwigstr. 20.
SCHERMER, Dr., prakt. Arzt, Karlsplatz 3.
SCHINZINGER, Prof. Dr., Hofrath, Eisenbahnstr. 56.
SCHLEGEL, M., Prof. Dr., Thierarzt, Eisenbahnstr. 43.
v. SCHMIDT, Eugen, Dr., Staatsrath, Erbprinzenstr. 23.
SCHMIDT, R., Dr., Hofrath, Schillerstr. 22.
SCHNEIDER, Dr., prakt. Arzt, Ludwigstr. 4.
SCHNELL, Direktor des Gaswerks, Weissstr. 1.
SCHOTTELIUS, Dr., Hofrath, Ludwigstr. 49.
SCHÜLE, Prof. Dr., Kaiserstr. 16.
SCHULTZE, Medizinalrath, Urachstr. 12.
SCHWAB, Dr., Univ.-Bibliothekar, Wallstr. 22.
SCHWEISS, Dr., prakt. Arzt, Bertholdstr. 49.
SELLHEIM, H., Dr., Privatdozent, Albertstr. 6.
SOMMER, Hotelier, Bahnhofstr. 2.
SONNTAG, Prof. Dr., Erbprinzenstr. 13.
STARK, Major a. D., Konradstr. 27.
STEBEL, F., Anwalt, Marchstr. 3.
STEGMANN, R., Dr., Frauenklinik.
STEINMANN, Dr., Hofrath, Mozartstr. 20.
STETTEN, Frhr. v., Oberingenieur, Schwimmbadstr. 17.
STICKELBERGER, Prof. Dr., Zasiusstr. 73.
STÖCKLE, Dr., Lehramtspraktikant, Eckerstr. 14.
STOLL, Dr., Landgerichtsrath, Thurnseestr. 52.
STROH, V., Kaufmann, Konradstr. 2.
STULZ, Prof. Dr., Güntersthalstr. 21.
TAEGE, Dr., Arzt für Hautkrankheiten, Werderstr. 13.
TAFEL, Stadtrath, Schwimmbadstr. 4.
THOMAS, Dr., Hofrath, Katharinenstr. 17.
THURNEYSEN, Prof. Dr., Wilhelmstr. 14.
TREUPEL, Prof. Dr., Schlossbergstr. 11.
VÖGELE, Dr., prakt. Arzt, Friedrichstr. 18.
VÖGELE, Dr., Zahnarzt, Friedrichstr. 18.
WAGNER, Berth., Buchhändler, Kaiserstr. 11.
WALTZ, Dr., Landgerichtsrath, Goethestr. 47.
WALZ, M., Prof. Dr., Marienstr. 6.
DE WEERTH, W., Privat, Karthäuserstr. 120.
WEILAND, Dr., Arzt, Werderstr. 16.
WEISMANN, Prof. Dr., Geheimrath, Stadtstr. 4.

Werber, Major a. D., Urachstr. 40.
Wertheimer, Dr., prakt. Arzt, Hebelstr. 10.
Werthemann, Ingenieur, Ludwigstr. 47.
Wetterhan, D., Privat, Schwimmbadstr. 40.
Wibel, F., Prof. Dr., Maximilianstr. 8.
Wiedersheim, Prof. Dr., Hofrath, Hansastr. 3.
Wiedow, Prof. Dr., Merianstr. 28.
Wild, F., Privat, Ludwigstr. 39.
Willgerodt, Prof. Dr., Jakobistr. 13.
Wilmanns, H., Konsul, Konradstr. 23.
Wingler, Dr., prakt. Arzt, Wallstr. 17.
Winter, Dr., Medizinalrath, Sedanstr. 27.
Wynecken, Oberstleutnant, Karlsplatz 13.
Zahn, Dr., prakt. Arzt, Dreisamstr. 7.
Zepf, Kasimir, Reallehrer, Scheffelstr. 44.
Ziegler, E., Prof. Dr., Geh. Hofrath, Josefstr. 9.
Ziegler, F., Modelleur, Hermannstr. 21.
Zipp, Dr., prakt. Arzt, Erbprinzenstr. 2.
Zöppritz, O., Privat, Erwinstr. 11.

AUSGEGEBEN AM 25. APRIL 1902.

11,718

BERICHTE

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

ZU

FREIBURG I. BR.

IN VERBINDUNG MIT

DR. DR. F. HILDEBRAND, F. HIMSTEDT, J. LÜROTH, J. VON KRIES,
G. STEINMANN, A. WEISMANN, R. WIEDERSHEIM,
PROFESSOREN AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG,

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. K. GERHARDT.

ZWÖLFTER BAND

MIT 17 TAFELN UND 39 ABBILDUNGEN IM TEXT

ZUGLEICH

FESTSCHRIFT ZU DEM 50-JÄHRIGEN JUBILÄUM DES REGIERUNGSANTRITTS
SR. KGL. HOHEIT DES GROSSHERZOGS

FRIEDRICH

DES ERHABENEN PROTECTORS DER GESELLSCHAFT.

FREIBURG I. BR.
C. A. WAGNER'S UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI.
1902.

Ueber die Fortpflanzung der limnetischen Copepoden des Titisees.

(Fortpflanzungscyklus, Geschlechtssonderung und Geschlechtsverhältniss.)

Von

Valentin Häcker

Technische Hochschule, Stuttgart.

(Mit 6 Figuren im Text.)

Bei Gelegenheit von Untersuchungen, welche sich auf die Vorgänge bei der geschlechtlichen Differenzirung der Copepoden bezogen, und über deren Ergebnisse an anderer Stelle ausführlich berichtet werden soll, hatte ich Veranlassung, das von mir seit 11 Jahren gesammelte Plankton-Material des im südlichen Schwarzwald gelegenen Titisees genauer durchzusehen und mich dabei speziell über die Fortpflanzungsgeschichte der limnetischen Copepoden zu orientiren. Dabei stellten sich verschiedene Dinge heraus, welche mir von allgemeinerem Interesse zu sein scheinen, und deren kurzgefasste Zusammenstellung sich lohnen dürfte.

Es soll hier gleich vorausgeschickt werden, dass das betreffende Material ursprünglich nicht in der bestimmten Absicht gesammelt war, den Fortpflanzungscyklus der Titisee-Copepoden zusammenzustellen. Es besteht vielmehr theils aus solchen Proben, welche wir gelegentlich der zu Unterrichtszwecken unternommenen zoologischen Exkursionen mitgenommen hatten, theils aus solchen, welche für spezielle histologische Zwecke, für die Untersuchung und Demonstration der Eibildungs- und Befruchtungsvorgänge mit den hierbei üblichen Fixirungsmitteln (Flemming'scher, Hermann'scher, v. Rath'scher Flüssigkeit, Sublimatgemischen) konservirt worden waren. Da

nun die Erfahrung gezeigt hatte, dass das unseren besonderen Zwecken dienliche Material bei trübem Wetter schon dicht an der Oberfläche, bei Sonnenschein bereits in einer Tiefe von 1—2 m gesammelt werden konnte, so haben wir mit wenigen Ausnahmen darauf verzichtet, in grösseren Tiefen zu fischen.

Es mag dies auf den ersten Anblick als ein Mangel von störender, die Resultate beeinflussender Wirkung erscheinen. Glücklicherweise liegen aber in dem untersuchten Seebecken die Verhältnisse so, dass die durch die befolgte Sammelmethode bedingten Lücken jedenfalls keine sehr erheblichen sind.

In ähnlicher Weise, wie dies bei den von den Plöner und Kieler Planktonforschern untersuchten norddeutschen Seen der Fall ist, ist nämlich das Wasser der Schwarzwaldseen ungemein reich an gelösten organischen Substanzen (Humussäure) und daher von tiefbrauner Farbe. Jedem Besucher des Schwarzwalds drängt sich die eigenthümliche braune oder schwarze Färbung, welche namentlich die kleineren Seen des Gebirges (der Feldsee am Feldberg, der Mummelsee an der Hornisgrinde u. A.) zeigen, als ein für diese Gebirgswelt höchst charakteristisches Phänomen auf, und auch die Wasserspiegel der grösseren Becken, des Titisees und Schluchsees, gewähren bei bestimmten Beleuchtungen das Bild einer vollkommen schwarzen Fläche. Mit dem Reichthum an organischen Substanzen und mit der dunkeln Färbung des Wassers hängt es direkt oder indirekt[1] zusammen, dass im Titisee, ebenso wie in den norddeutschen Seen, die Plankton-Organismen sich in viel grösserer Zahl und Vollständigkeit in den oberflächlichen Wasserschichten aufhalten, als dies in den klaren Seen des Alpengebietes der Fall ist. So habe ich z. B. im Titisee den *Diaptomus laciniatus* während der Hauptvermehrungszeit in grossen Mengen in den Oberflächenschichten gefunden, während dieselbe Form nach FUHRMANN im Neuenburgersee in der Regel erst unterhalb 30 m erscheint.

Thatsächlich haben denn auch die mir vorliegenden Proben ein vollkommen zusammenhängendes Bild ergeben, und so möge mir es denn erlaubt sein, die Ergebnisse meiner Untersuchungen auch ohne vorhergegangene systematische Durchforschung aller Tiefen mitzutheilen.

---

[1] Vgl. O. FUHRMANN, Beitrag zur Biologie des Neuenburger Sees. Biol. Centralbl. 1900 Bd. 20 S. 127.

In Erinnerung an die vielen, in gemeinsamer Arbeit am Titisee zugebrachten Stunden spreche ich meinen Freiburger zoologischen und botanischen Freunden auch an dieser Stelle meinen Dank für vielfache, mir geleistete Unterstützung aus, insbesondere Herrn Dr. A. Petrunkewitsch, der mir namentlich bei den letzten, im Winter gemachten Fängen unermüdlich beigestanden ist und auch sonst werthvolle technische Hilfe geleistet hat.

Hydrographisches. Der Titisee ist ein am Feldberg, in der Höhe von 848 m gelegenes Seebecken mit einem Flächeninhalt von etwas über 1 Quadratkilometer und einer maximalen Tiefe von 39 m. Der Hauptzufluss, der Seebach, kommt aus dem dicht unter dem Feldbergplateau, in einem Bergkessel gelegenen Feldsee. Der Abfluss ergiesst sich unter dem Namen Wutach in den Rhein.

Geologisch betrachtet ist der Titisee als eine auf der Rückzugslinie des ehemaligen Feldberggletschers gelegene, postglaciale Bildung zu betrachten. Oberhalb des Sees befinden sich moorige, vom Seebach durchflossene Wiesen, an deren Stelle früher ein oberer Abschnitt des Sees, beziehungsweise ein dritter, zwischen Feldsee und Titisee eingeschalteter See gelegen sein mag. Der Untergrund des Sees selber besteht aus dunklem Schlamm, in welchen in grossen Massen Stämme und Aeste eingebettet sind. Am Nordufer befinden sich in der Tiefe von 1—2 m Wiesen von *Scirpus acicularis* und *Isoëtes lacustris*, welche in oft ungeheuren Mengen *Ophrydium*-Kolonien und die *Sida crystallina* beherbergen. Im Herbst pflegt der See von grossen Mengen von Enten, Tauchenten, Tauchern und Möven besucht zu werden. Einige Paare Stockenten *(Anas boschas)* brüten jährlich am oberen Ende und vermitteln die dauernde Verbindung mit den in den benachbarten Torfmooren gelegenen Weihern und anderen Seebecken.

Der See ist normaler Weise vom Ende Dezember bis Anfang April mit einer 20—30 cm dicken Decke aus gefrorenem Schnee und Eis versehen. Ueber die Farbe des Wassers wurde in der Einleitung berichtet.

Das Crustaceen-Plankton des Titisees enthält nach früheren Zusammenstellungen und Mittheilungen von Imhof, Schmeil, Stingelin und G. Burckhardt[1] folgende Formen:

---

[1] Vgl. G. Burckhardt, Faunistische und systematische Studien über das

Cladocera	*Holopedium gibberum* ZADD.
	Daphnia longispina var. rectifrons STING.
	Bosmina Coregoni var. STINGELINI, G. BURCKH.
Copepoda	*Cyclops strenuus* FISCH.
	Heterocope saliens LILLJ.
	Diaptomus laciniatus LILLJ.

Bei meinen eigenen Untersuchungen fand ich noch eine zweite *Diaptomus*-Art, welche Herr O. SCHMEIL als *D. denticornis* WIERZ. zu bestimmen die Güte hatte.

Erwähnt sei ferner das Vorkommen eines limnetischen Räderthiers, nämlich der *Floscularia mutabilis* BOLT., zu welcher sich nach IMHOF noch eine zweite Form, *Notholca longispina* KELL., gesellt.

Nordischer und alpiner (subglacialer) Charakter der Centropagiden des Titisees.

Unter den genannten Plankton-Thieren haben die drei *Centropagiden (Heterocope saliens, Diaptomus laciniatus* und *denticornis)* den speziellen Gegenstand meiner eigenen Untersuchungen gebildet. In zweiter Linie wurde auch *Cyclops strenuus* berücksichtigt. Die auf die *Cladoceren* und *Rotatorien* bezüglichen Befunde werden im Wesentlichen nur in den beigegebenen Tabellen Erwähnung finden.

Heterocope saliens LILLJ. ist im weiblichen Geschlecht durch den einfacher gebauten, am Hinterrande ungezähnten Deckel über der Genitalöffnung speziell von der Bodenseeform (*H. Weismanni* IMH.) unterschieden [1].

Unsere Art kann im Wesentlichen als eine gleichzeitig nordische und alpine, also subglaciale Form bezeichnet werden. Sie wurde einerseits in skandinavischen, finnischen und sibirischen Wasserbecken, andererseits in einigen Seen des Oberengadins (u. A. im Lej Furtschellas, 2680 m) und in der hohen Tátra bis zur Höhe von 1700 m gefunden. Ferner kommt sie in den norditalienischen Seen (Lago Maggiore, Comer- und Luganersee) vor, und in Deutschland wurde sie, ausser im Titisee, auch im Chiemsee in Oberbayern gefischt [2].

Zooplankton der grösseren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. Rev. Suisse d. Zool. 1899 t. 7 S. 364.

[1] Vgl. O. SCHMEIL, Deutschlands freilebende Süsswasser-Copepoden. III. Th. Centropagidae. Bibl. Zool. 1896 Heft 21 S. 94.

[2] Vgl. hierzu F. ZSCHOKKE, Die Thierwelt der Hochgebirgsseen. Basel, Genf u. Lyon 1900 S. 129; O. SCHMEIL l. c. S. 94.

Diaptomus denticornis Wierz., im männlichen Geschlecht durch den hakenartigen Fortsatz am letzten Glied der Greifantenne gekennzeichnet, ist nach Zschokke eine hochnordische und hochalpine Form, letzteres allerdings nicht in demselben Maasse wie *D. bacillifer* Koelbel, mit welchem *D. denticornis* in einer Art von vikarirendem Verhältniss steht [1]. Im Norden wurde *D. denticornis* bisher in Skandinavien und Finnland gefunden, in den Hochalpen geht er an einzelnen Stellen (Lac du Grand Charvia bei Briançon) bis in die Höhe von ca. 2500 m, in der hohen Tátra bis zu 2000 m herauf. Auch in den Gebirgsseen und -Weihern des Kaukasus wurde *D. denticornis*, ebenso wie *D. bacillifer*, gefunden (Richard). Etwas häufiger und im Allgemeinen auch viel tiefer als *D. bacillifer*, steigt *D. denticornis* in die Vorberge und Ebene herab. Ich nenne hier nach Zschokke nur die Fundorte in der Thalsohle des Wallis (568 m), im schweizerischen Mittelland in der Nähe des Pfäffikersees (541 m), im Berner Jura, in Kroatien, im Böhmerwald, in den Kraterseen der Eifel und endlich in Oberbayern (Moorweiher bei Peissenberg 740 m).

Diaptomus laciniatus Lillj. ist im weiblichen Geschlecht auf den ersten Blick dadurch kenntlich, dass nicht bloss das letzte, sondern auch das vorletzte Thoraxsegment an den Seiten flügelartig ausgezogen ist. Diese Art ist nach G. Burckhardt [2] als „eine in den Norden und die Gebirge zurückgedrängte oder aber in anderer Weise eng an das Gebiet des Glacialphänomens gebundene Form" zu bezeichnen. Sie kommt einerseits vor im arktischen Europa (Skandinavien, Kola, Lappland), andererseits in den Pyrenäen (bis zu einer Höhe von 2172 m), sowie in den grösseren Seen der Schweiz (Genfer-, Thuner-, Brienzer-, Vierwaldstätter-, Zuger-, Neuenburgersee u. A.) und Oberitaliens (Lago Maggiore, Comer- und Luganersee), dagegen nicht in den Alpen selbst. In Deutschland ist ausser dem Titisee kein anderer Fundort bekannt.

Cyclops strenuus Fisch. ist allem Anschein nach eine „Kaltwasserform", ein nordisch glaciales Relikt [3] mit weiter Verbreitung im Norden (Sibirien, Russland, Norwegen, Schottland, Island), in den Hochalpen (z. B. im See beim Bernhardhospiz, 2445 m) und in den europäischen Mittelgebirgen (Riesengebirge, Böhmerwald, Eifel, schweizerischer und französischer Jura), aber auch in den

[1] Vgl. F. Zschokke l. c. S. 127.
[2] Vgl. G. Burckhardt l. c. S. 672, 685.
[3] Vgl. F. Zschokke l. c. S. 144, 151.

Ebenen Deutschlands, Frankreichs und der Schweiz. Charakteristisch ist nach SCHMEIL, RICHARD und ZSCHOKKE für den *Cyclops strenuus* der Ebene, dass seine Hauptvermehrungsperiode mit den kälteren Monaten des Jahres zusammenfällt, und ebenso bezeichnend ist für diese Art als „Kaltwasserform", dass sie im Bodensee während des Sommers die kalten, tiefen Schichten bevorzugt und erst im Winter in allen Schichten gleichmässig vertheilt erscheint (HOFER).

Aus dem bisher Gesagten ergiebt sich, dass sämmtliche vier limnetischen Copepoden des Titisees einen vorwiegend nordischen und alpinen, oder, wie wir zusammenfassend sagen können, einen subglacialen Charakter tragen, d. h. es handelt sich um Arten, welche ihre Hauptverbreitung einerseits im palaearktischen Norden, andererseits im Gürtel der mitteleuropäischen Hochgebirge (Pyrenäen, Alpen, Tátra, Kaukasus) in der Nähe der Gletschergrenzen haben. Bei der näheren Charakterisirung der vier Formen wurden, in Anlehnung an die grundlegende Arbeit ZSCHOKKE's, gewisse Unterschiede gemacht, wie denn z. B. *Diaptomus denticornis* als ausgesprochen hochnordisch und hochalpin, auf der anderen Seite *Cyclops strenuus* als ein nordisch-glaciales Relikt bezeichnet wurde.

Jedenfalls schliesst sich die Copepodenfauna des Titisees unmittelbar an die des Alpengebietes an, und wir können daher bei der genaueren Charakterisirung derselben im Wesentlichen an die von den Erforschern des Alpengebietes FOREL, ASPER, HEUSCHER, ZSCHOKKE, G. BURCKHARDT u. A. geäusserten Anschauungen anknüpfen.

Nach der gewöhnlichen, zuerst von FOREL aufgestellten Annahme verschwanden während der letzten allgemeinen Vergletscherung die Seen, Teiche und Tümpel des Alpengebiets, und damit erlosch auch die Fauna derselben. Mit dem Rückzug der Gletscher entstanden neue Wasserbecken, zuerst die Seen des Vorlandes, später die kleineren Hochgebirgsseen. Die Besetzung dieser neu entstehenden Wasseransammlungen erfolgte nach ZSCHOKKE durch zweierlei Elemente: erstens durch besonders resistente, den verschiedensten Bedingungen, namentlich sehr verschiedenen Temperaturverhältnissen sich anpassende und daher vielfach kosmopolitische Formen (eurytherme Ubiquisten); zweitens durch Formen, für welche das Optimum ihrer Entwickelung durch niedrige, zwischen engen Grenzen sich bewegende Wassertemperaturen gegeben ist, überhaupt durch

alle jene Bedingungen, welche sich in den subglacialen, von den Gletscherbächen gespeisten Wasseransammlungen vorfinden (stenotherme Subglacialformen oder Kaltwasserthiere). Es ist nun weiterhin nach Zschokke u. A. anzunehmen, dass während und am Schluss der vorhin erwähnten letzten Eisbedeckung diese stenotherm-subglacialen Formen die mitteleuropäischen, zwischen den nordischen und den von den Alpen herabsteigenden Gletschern freibleibenden Gewässer bevölkerten. Am Schlusse der Eiszeit folgten diese Formen den sich zurückziehenden Gletschern und besetzten die neugebildeten Wasserbecken, während sie gleichzeitig die unter neue klimatische Bedingungen tretende Ebene verliessen. Dabei gelangten speziell mehrere *Centropagiden*-Formen, welche sich während der Eiszeit von den arktischen Meeren aus in die subglacialen Wasserbecken ausgebreitet hatten und zu Süsswasserbewohnern geworden waren, in das Gebiet der Alpen und der übrigen mitteleuropäischen Hochgebirge und rückten, ihren speziellen Existenzbedingungen folgend, vom Vorlande in die Centralketten vor, am weitesten *Diaptomus bacillifer* und *denticornis*, sowie *Cyclops strenuus*, nächst ihnen einige weniger stenotherm-glaciale Formen, nämlich *Diaptomus gracilis* und *laciniatus*.

An einzelnen Punkten, nämlich da, wo subglaciale Lebensbedingungen fortbestanden, blieben die stenotherm-glacialen Formen auch in den zwischen den Alpen und dem arktischen Norden gelegenen Mittelgebirgen und sogar in der Ebene zurück und stellen dann echte „Relikten“ dar. So mag z. B. *Cyclops strenuus* an manchen Punkten als eine echte Reliktenform aufzufassen sein.

In welcher Weise, ob durch aktive Einwanderung oder auf dem Wege einer passiven Verschleppung durch Vögel, die Besetzung der neugebildeten postglacialen Seen dann im Einzelnen erfolgt ist, lässt sich nicht entscheiden. Für die Copepoden des Hochgebirgs, speziell für die typischen Formen *Cyclops strenuus*, *Diaptomus bacillifer* und *D. denticornis* ist nach Zschokke wohl anzunehmen, dass sie aktiv eingewanderte Subglacialformen sind[1]. Auch bezüglich der Verbreitung des *Diaptomus laciniatus* in den Vorländern der Alpen hält G. Burckhardt die Hypothese eines grossen Glacialsees oder vielmehr von temporären Verbindungen der einzelnen Becken für etwas wahrscheinlicher als die der Verschleppung[2]. Da-

[1] F. Zschokke l. c. S. 368.

[2] G. Burckhardt l. c. S. 685.

gegen scheint das sporadische Auftreten der *Heterocope*, sowie ihre augenscheinliche Fortpflanzung durch Dauereier darauf hinzuweisen, dass bei dieser Form eine Verschleppung durch Zugvögel stattgefunden hat und noch stattfinden kann[1].

So dürfte denn auch der Titisee, nachdem sich der Gletscher in das obere, noch jetzt durch einen Moränenriegel abgesperrte Thalende zurückgezogen hatte, zunächst durch die typisch subglacialen Formen, *Diaptomus denticornis* und *Cyclops strenuus*, dann bei Eintritt milderer klimatischer Verhältnisse durch *Diaptomus laciniatus*, theils auf dem Wege aktiver Einwanderung, theils durch passiven Transport von einem benachbarten Seebecken her, besiedelt worden sein, während gleichzeitig ein vielleicht andauernder, passiver Import von *Heterocope*-Keimen durch die auf dem Herbstzug befindlichen, auch jetzt noch in grossen Mengen hier rastenden Wasservögel stattfand.

Ueber das Nebeneinandervorkommen und die allgemeinen Fortpflanzungsverhältnisse der vier limnetischen Copepoden.

Ausser dem alpinen oder besser subglacialen Charakter der Copepodenfauna des Titisees ist ein zweites Faktum von besonderem Interesse, nämlich die verhältnissmässig grosse Zahl der neben einander vorkommenden Arten.

In Bezug auf diese Zahl kann sich der Titisee mit den grössten Seen der nördlichen Voralpenländer messen, ja, in der Zahl der *Centropagiden*-Arten übertrifft er dieselben ohne Ausnahme. Es beherbergen nämlich der Bodensee, Zuger-, Vierwaldstätter-, Neuenburger- und Genfersee gleichfalls nur vier limnetische Copepodenarten, darunter regelmässig zwei Cyclopiden (*Cyclops strenuus* FISCH. und *Cyclops leuckarti* CLAUS) und einen Centropagiden, *Diaptomus gracilis* SARS. Der Bodensee enthält ausserdem *Heterocope Weismanni* IMH., die übrigen genannten Seen *Diaptomus laciniatus* LILLJ.[2]

Nur die grossen Seen des südlichen Alpenrandes, der Lago Maggiore und Comersee, zählen fünf limnetische Copepoden, nämlich ausser den beiden genannten *Cyclops*-Arten noch *Diaptomus laciniatus* LILLJ., *Diaptomus graciloides* LILLJ. *v. padana* und *Heterocope saliens* LILLJ.

---

[1] Vgl. hierzu F. ZSCHOKKE l. c. S. 372.

[2] Vgl. hierzu G. BURCKHARDT l. c. S. 370 ff.

Ziehen wir zum Vergleich noch solche Seen des Alpengebiets heran, welche ungefähr die Grösse des Titisees haben, so finden wir durchwegs nur 2—3 limnetische Copepodenarten, jedenfalls aber nur eine *Centropagiden*-Art. So enthält der Lungernsee im Kanton Obwalden (657 m hoch, 0,85 km²), ausser den beiden oben genannten *Cyclops*-Arten nur *Diaptomus laciniatus*, der Klönthalersee im Kanton Glarus (828 m hoch, 1,18 km²) nur *Cyclops strenuus* und eine *Diaptomus*-Art, der Silvaplanersee im Oberengadin (1794 m hoch, 2,65 km²) ausser unbestimmten Cyclopiden nur *Diaptomus denticornis*.

Es wäre natürlich möglich, dass bei einer wiederholten, systematischen Durchforschung dieser kleineren Alpenseen sich in dem einen oder anderen derselben noch weitere Spezies vorfinden werden. Es liegt diese Möglichkeit um so näher, als auch im Titisee, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, bei einer nur einmaligen Befischung im Allgemeinen nicht alle vier Arten zur Beobachtung kommen. Auffallend bleibt immerhin, dass auch die besser durchforschten grossen Schweizerseen in der Zahl der limnetischen Copepoden-Arten den Titisee nicht übertreffen, ja, hinsichtlich der Vertreter der Familie der Centropagiden hinter demselben zurückbleiben.

Ich will mich hier nicht in Muthmassungen ergehen hinsichtlich der Ursachen dieses Verhältnisses, sondern gleich die in allgemein biologischer und faunistischer Hinsicht interessanteste Frage in Angriff nehmen:

Wie verhalten sich diese vier Copepoden hinsichtlich der Fortpflanzung?

Ist die Fortpflanzung der einzelnen Arten eine perennirende, monocyklische oder polycyklische? Fallen die Hauptvermehrungszeiten der vier Arten zusammen oder machen die einzelnen Arten einander Platz? In welchem Stadium überdauern die einzelnen Formen die Zwischenpausen zwischen den Hauptvermehrungsperioden? Zeigt die Titiseefauna besondere Anpassungsverhältnisse im Vergleich mit den Faunen anderer Seegebiete?

Es muss hier zunächst das vorausgeschickt werden, was bisher über die Fortpflanzung der betreffenden Formen speziell in den benachbarten Schweizerseen bekannt ist.

Am wenigsten ist bisher über *Heterocope* bekannt. Keiner der früheren Forscher (Gruber, Nordquist u. A.) hat Eisäckchen

beobachtet und nur SARS[1] sah bei einem auf dem Objektträger liegenden Weibchen Eier aus der Genitalöffnung heraustreten, die sich zu einem kleinen Ballen vereinigten, welcher aber durch die gewaltsamen Bewegungen des Thieres sofort wieder zerstört wurde. Abgesehen davon liegen noch Beobachtungen von NORDQUIST und ZACHARIAS vor, denen zu Folge der Erstere in Finnland, der Letztere im Plönersee während der kälteren Jahreszeit niemals Heterocopen angetroffen hat. NORDQUIST gelangt daher zu der Annahme, dass *Heterocope* vor ihrem Aussterben im Herbst Dauereier erzeuge. Im Gegensatz dazu fand IMHOF im Zürichersee während mehrerer Jahre auch im Dezember und Januar Exemplare von *Heterocope saliens*.

Genauere Angaben liegen über den *Diaptomus denticornis* der Alpenseen vor. Sowohl die Beobachtungen ZSCHOKKE's am Garschinasee (2189 m), als auch diejenigen von BLANCHARD und RICHARD an den Wasserbecken von Briançon in den französischen Alpen weisen darauf hin, dass *Diaptomus denticornis* in diesen Gebieten sehr spät zur Geschlechtsreife gelangt. So fand ZSCHOKKE im Garschinasee in verschiedenen Jahren bis in die zweite Hälfte des August hinein fast ausschliesslich unreife und erst am 30. August (1893) viele reife Individuen, und die beiden französischen Forscher trafen vom 30. August bis zum 5. Oktober in elf Seen von 2200—2500 m Höhenlage reife Männchen und Weibchen des Copepoden in grosser Zahl[2]. Auch bezüglich des mit *D. denticornis* in einem vikarirenden Verhältniss stehenden *D. bacillifer* geht aus den Befunden der obengenannten Forscher hervor, dass derselbe erst im Laufe der Monate August und September Geschlechtsreife erlangt. Mit Anbruch des Winters scheint bei dieser Form die Fortpflanzungsthätigkeit eingestellt oder wenigstens eingeschränkt zu werden[3].

Ueber *Diaptomus laciniatus* giebt G. BURCKHARDT[4] an, dass die Geschlechtsreife in den meisten Seen des Alpengebiets im Herbst einzutreten scheint, „in denjenigen Seen jedoch, wo *Diaptomus laciniatus* der einzige Vertreter der Gattung ist, wie im Titisee, Alpnachersee, Sarnersee und wohl auch im

[1] Vgl. O. SCHMEIL, Deutschlands freilebende Süsswasser-Copepoden. III. Th. 1896 Heft 21 S. 86.

[2] Vgl. F. ZSCHOKKE l. c. S. 136.

[3] Vgl. F. ZSCHOKKE l. c. S. 135.

[4] Vgl. G. BURCKHARDT l. c. S. 657.

Lungernsee scheinen die Verhältnisse nicht so geregelt". Aus dem Titisee erhielt Burckhardt reife Exemplare vom Ende Juli, und in den drei erwähnten Obwaldner Seen waren die *Diaptomus* Anfangs September schon weit allgemeiner erwachsen als in den übrigen Wasserbecken. Die Zahl der Eier schwankte im Vierwaldstättersee zwischen drei und sieben, der häufigste Befund war fünf. Im Hallwyler-, Neuenburger- und Alpnachersee allein wurden höhere Zahlen, bis zu zehn, gefunden.

Bezüglich des *Cyclops strenuus* wurde oben erwähnt, dass derselbe allen genaueren Beobachtungen zu Folge eine „Kaltwasserform", ein „nordisch-glaciales Relikt" darstellt. Mit diesem aus verschiedenen Daten zu entnehmenden Ergebniss stimmt auch die Beobachtung überein, dass sich nach Zschokke die Fortpflanzung dieses Copepoden am lebhaftesten bei relativ niedriger, in der engen Grenze zwischen 4—12° C sich bewegender Temperatur vollzieht[1]. In sehr hoch gelegenen, kalten Gebirgsseen (z. B. in den Seen des Rhätikons, 1874—2313 m) beginnt daher die Fortpflanzung erst im Juli und August, in tiefer gelegenen, wärmeren Becken (z. B. im oberen See von Arosa, 1740 m) im Mai und Juni, in der Ebene dagegen fällt, wie schon oben bemerkt wurde, die Hauptvermehrungszeit in den Winter. Zschokke glaubt aus diesem Verhalten entnehmen zu können, dass *Cyclops strenuus* entsprechend seinem nordischen oder glacialen Ursprung im Hochgebirge seinen ursprünglich typischen Entwicklungscyklus beibehalten, in der Ebene aber, in Anpassung an die nach der Eiszeit allmählich sich einstellenden neuen Bedingungen, die Fortpflanzung auf den Winter verlegt habe.

Gehen wir nach diesen Bemerkungen zu dem Verhalten der vier Copepoden im Titisee über, wobei zunächst, unter Hinweis auf die Nummern des im Anhang gegebenen, ausführlichen Fangverzeichnisses, ein allgemeines, alle vier Arten umfassendes Bild gegeben werden soll.

Im Winter (Januar) finden sich unter der Eisdecke hauptsächlich in den letzten Stadien der Entwicklung befindliche und vollständig differenzirte Individuen von *Diaptomus laciniatus* und ausserdem jugendliche Exemplare von *Cyclops strenuus* (1).

In der zweiten Hälfte des März haben unter der 20—30 cm dicken, durch krystallklares Eis und aufgelagerten, gefrorenen Schnee gebildeten Decke sämmtliche *Diaptomus laciniatus* ihre volle Diffe-

[1] Vgl. F. Zschokke l. c. S. 150.

renzirung erlangt. Die Weibchen tragen bereits regelmässig einige (1—3) Spermatophoren, einige wenige auch schon Eier. Neben *Diapt. laciniatus* treten in grossen Mengen Nauplien auf, welche vielleicht die junge Generation von *D. denticornis* darstellen (2).

In die zweite Hälfte des Mai fällt die Hauptvermehrung von *Diaptomus laciniatus*. Reife Weibchen und Männchen treten in den Oberflächenschichten in grosser Masse auf, die Hälfte der ersteren trägt Eisäcke mit meistens sechs Eiern und häufig ganze Bündel von Spermatophoren. Neben diesem *Diaptomus* treten auch von *Cyclops strenuus* geschlechtsreife, in Fortpflanzung begriffene Individuen auf, wenn auch an Masse bedeutend hinter *Diaptomus laciniatus* zurückstehend, wie denn überhaupt im Titisee die Cyklopiden gegenüber den Centropagiden nur eine zweite Rolle zu spielen scheinen (3—4).

In der zweiten Hälfte des Juni und Anfangs Juli finden sich noch zahlreiche erwachsene Weibchen von *Diaptomus laciniatus* vor. Die Hauptvermehrung ist jedoch vorüber: nur wenige Weibchen tragen noch 1—2 Eier, und die Männchen sind ganz verschwunden. Die Hauptmasse der Copepoden bilden jugendliche Individuen von *Diaptomus denticornis*, namentlich Individuen im Stadium mit vier Thorakalbeinpaaren (Stadium A IV) und im Stadium der geschlechtlichen Differenzirung (Stadium B), daneben auch schon einzelne erwachsene Individuen derselben Spezies. In der gleichen Zeit beginnt die Hauptvermehrung von *Heterocope saliens* (am 20. Juni 1896 „massenhaft“ in der sehr warmen oberflächlichen Schicht). Eine kleine Anzahl der Weibchen trägt Samenballen und leere Spermatophoren. *Cyclops strenuus* fehlt in den Oberflächenschichten (5—9).

Ende Juli und Anfangs August treten in grösserer Zahl geschlechtsreife, in Fortpflanzung begriffene Individuen von *Diaptomus denticornis* auf, daneben bereits grosse Massen jugendlicher, grossentheils schon im jüngsten Differenzirungsstadium (Stadium B) stehender Individuen von *Diaptomus laciniatus* und noch verhältnissmässig zahlreiche, in Fortpflanzung begriffene Heterocopen (10—11).

In die zweite Hälfte des August fällt die Hauptvermehrung von *Diaptomus denticornis*. Die Hauptmasse des Planktons wird aber von jungen, hellblau gefärbten Individuen von *Diaptomus laciniatus* gebildet (Metanauplien, Stadien mit 2, 3, 4 Schwimmfuss-

paaren und Differenzirungsstadium). Von *Heterocope* treten noch Weibchen mit Samenballen, von *Cyclops strenuus* bereits wieder jugendliche Individuen auf (12—13).

Bis in die erste Hälfte des Oktober nimmt die Fortpflanzung von *Diaptomus denticornis* noch ihren Fortgang, wenn auch mit bedeutend sich vermindernder Intensivität. Die jungen *Diaptomus laciniatus* wachsen allmählich heran, einzelne zeigen schon die Differenzirung der geschlechtsreifen Thiere. *Heterocope* pflanzt sich immer noch lebhaft fort, von *Cyclops strenuus* treten wieder mehr Individuen in allen Grössen auf (14).

Von Anfang November an verschwindet zuerst *Heterocope*, dann allmählich auch *Diaptomus denticornis*. Die *Laciniatus*-Brut erreicht langsam die volle Grösse, die Individuen mit den Attributen der Geschlechtsreife nehmen zu (15—16).

Ende November hat die grössere Hälfte von *Diaptomus laciniatus* die volle Differenzirung erlangt. *Cyclops strenuus* tritt in beträchtlicher Zahl auf und macht ein Drittel des Copepoden-Planktons aus. Bereits treten einige voll ausgewachsene Männchen auf (17).

Der Fortpflanzungscyklus der einzelnen Arten.

Indem ich bezüglich der Diagnose der Jugendformen, der Differenzirung der Geschlechter und des Geschlechtsverhältnisses der *Diaptomus*-Arten auf einen späteren Abschnitt verweise, lasse ich hier zunächst die Besprechung des Fortpflanzungscyklus der einzelnen Formen folgen.

Heterocope saliens.

Diese Form hat im Titisee eine sehr lange Fortpflanzungszeit. Von der zweiten Hälfte des Juni bis in die erste Hälfte des Oktobers, also im Ganzen vier Monate lang, fanden sich in den Oberflächenschichten, bald in grösserer, bald in kleinerer Zahl, vollständig ausgewachsene männliche und weibliche Thiere, unter Letzteren in der Regel auch solche, die mit Samenballen und leeren Samenpatronen behaftet waren. Die Samenballen sind schon mit blossem Auge zu erkennen: sie zeigen im Wesentlichen die schon von Gruber[1] für die Bodensee-Form beschriebene Gestalt und

[1] Vgl. A. Gruber, Ueber zwei Süsswasser-Calaniden. In.-Diss. Leipzig 1878.

Anheftungsweise (vergl. den hier beigegebenen Längsschnitt durch das Abdomen einer *Heterocope saliens*, Fig. 1).

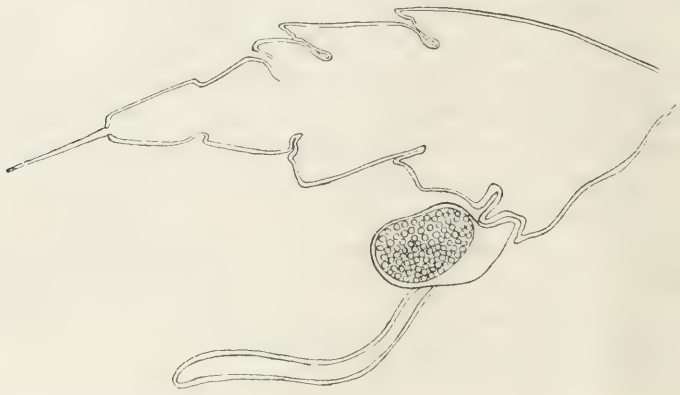


Fig. 1. Medianschnitt durch das Abdomen von *Heterocope saliens*. Zeigt den mit seinem Kittstoff in die Nischen des Genitaldeckels eingefügten Spermaballen und die geleerte Samenpatrone.

Wie die befruchteten Eier aussehen, ob sie, wie diejenigen vieler mariner Copepoden, einzeln im Wasser flottiren oder zu Boden sinken, vermag ich, so wenig wie meine Vorgänger, anzugeben. Nur so viel kann ich mittheilen, dass die Eiproduktion eine sehr lebhafte und stetig auf einander folgende sein muss, da ich auf Schnitten in jeder Körperhälfte 16—25 bereits mit Dotter beladene Ovidukteier antraf, während sich bei *Diaptomus* in den beiden Oviduktschenkeln zusammen stets nur eine kleine Zahl gleich alter, reifender Eier, nämlich ebenso viele wie im Eisäckchen, vorfanden. Die Eiproduktion erfolgt also bei *Heterocope* kontinuirlich, bei *Diaptomus* schub- oder satzweise.

Im Spätherbst, von Anfang November an, verschwinden die erwachsenen Heterocopen. Jugendformen fanden sich in den hauptsächlich untersuchten Oberflächenschichten weder während der Fortpflanzungszeit noch ausserhalb derselben vor, und es ist daher wohl anzunehmen, dass die aus den abgelegten Eiern sich entwickelnden Jugendformen in ziemlichen Tiefen heranwachsen, um dann zu Beginn der Fortpflanzungszeit, im Juni, in den Oberflächenschichten in die Fortpflanzungsthätigkeit einzutreten.

Allem Anscheine nach ist also die *Heterocope saliens* des Titisees, ebenso wie dies für die *Diaptomus*-Arten gilt, eine mono-

cyklische Form, unterscheidet sich jedoch von denselben durch die verhältnissmässig lange, bezüglich der Intensität der Vermehrung mehr gleichmässig verlaufende Fortpflanzungsperiode.

Diaptomus denticornis.

Der *Diaptomus denticornis* des Titisees scheint sich von dem der hochgelegenen Gebirgsseen hinsichtlich des Termins seiner Hauptvermehrung nicht wesentlich zu unterscheiden.

Die ersten vollkommen differenzirten Männchen und Weibchen treten schon von Ende Juni an auf (**6**), aber erst zu Anfang des August, also nur wenige Wochen früher als beispielsweise im See von Garschina (2189 m), treten die Thiere in die Fortpflanzung ein, um offenbar noch während des August deren Höhepunkt zu erreichen (**11**, **13**). Die Vermehrung dauert dann in verminderter Kraft fort bis Mitte Oktober oder Anfang November (**15**, **16**). Dann verschwinden allmählich die erwachsenen Thiere (**17**).

Erst in der zweiten Hälfte des Juni treten in den Oberflächenschichten wieder grosse Mengen von jüngeren, in den letzten Häutungen stehenden Individuen auf (**6**), und es fragt sich also, in welchem Stadium unser *Diaptomus* den Winter verbringt.

Um hier zu einem entscheidenden Ergebniss zu gelangen, habe ich zunächst untersucht, bis zu welchem Stadium die Embryonen in den Eisäcken von den Müttern herumgetragen werden. Es haben sich dabei sehr bald bemerkenswerthe Besonderheiten herausgestellt. Wenn man beispielsweise von *Cyclops brevicornis* auf's Geradewohl eine grössere Anzahl Eisack-tragender Weibchen untersucht, so wird man in dem bei weitem grösseren Theil der Eisäcke ältere Stadien, d. h. dreigliedrige Embryonen oder beinahe fertige Nauplien finden, dagegen kommen nur ausnahmsweise die früheren Furchungsstadien, sowie die Blastula und Gastrula zu Gesicht. Es ist dies selbstverständlich so zu erklären, dass der Embryo für die späteren Embryonalstadien eine viel längere Zeit gebraucht, als für die Furchung. Ganz so verhält sich die Sache bei dem *Diaptomus laciniatus* des Titisees: unter zwölf beliebig ausgesuchten, auf Schnitten untersuchten Eisäcken wies beispielsweise nur ein einziges das Gastrulastadium auf, alle anderen enthielten ältere Embryonen oder zum Ausschlüpfen fertige Nauplien.

Von den genannten Formen ist nun der *D. denticornis* des Titisees dadurch unterschieden, dass die Eisäcke ausschliesslich die früheren Stadien aufweisen. Unter 20 dem Material vom 19. August

1900 entnommenen und auf Schnitten untersuchten Eisäcken enthielten drei das Stadium der Richtungskörperbildung und die Kern-Copulation, drei die früheren Furchungsstadien, vier das Blastulastadium, acht das Stadium mit central gelegener Entodermmasse und zwei das unmittelbar folgende, für die Copepoden-Entwicklung sehr charakteristische „Trilobiten"-Stadium, in welchem der aus Ektoderm, Entoderm und den beiden Urgenitalzellen bestehende Embryo durch zwei Querfurchen in drei Segmente zerlegt erscheint. Aeltere Stadien fanden sich nicht vor, und es scheint dieses Verhalten darauf hinzuweisen, dass spätestens mit dem „Trilobiten"-Stadium eine Art Dauerstadium erreicht ist, mit welchem die Embryoentwicklung innerhalb des Eisacks zum Abschluss kommt.

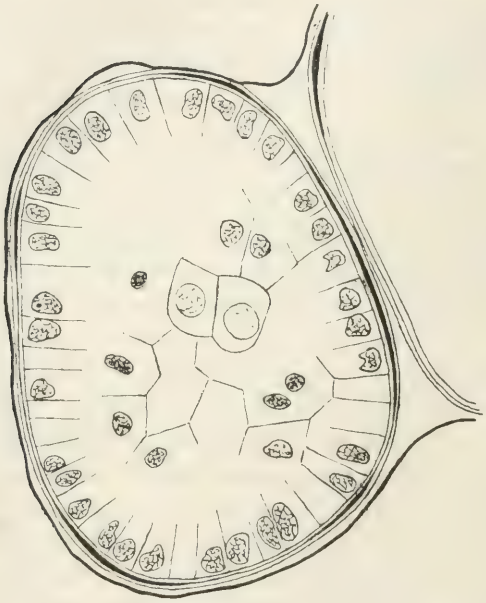


Fig. 2. Vermuthliches Dauerstadium des Eies von *Diaptomus denticornis*. Zeigt innerhalb der Eisackhülle die beiden kapselartigen Eihüllen und im Innern die zwei grossen, blasskernigen Urgeschlechtszellen.

Diese Vermuthung erhält noch durch eine weitere Beobachtung eine Stütze. Ganz so, wie ich es seiner Zeit für das Winterei einer Daphnide *(Moina paradoxa)* feststellen konnte, entwickelt nämlich der Embryo von *D. denticornis* unterhalb der Spezial-Eihaut zur Zeit der Bastula- und Gastrulabildung eine zweite Eihaut. Dieselbe lässt sich allerdings manchmal auch bei *D. laciniatus* nachweisen. Während sie sich aber hier nur als eine sehr dünne, dem Embryo dicht angeschmiegte Membran darstellt, ist sie bei *D. denticornis* ebenso wie die eigentliche Special-Eihaut eine sehr dicke Haut, so dass der Embryo schon im späteren Gastrulastadium von zwei ziemlich dicken Kapseln eingehüllt erscheint (s. die beigegebene Fig. 2). Auch diese Eigenthümlich-

keit scheint mir darauf hinzuweisen, dass das „Trilobiten"-Stadium oder normaler Weise das vorhergehende Stadium einen Dauerzustand darstellt[1].

Ich möchte demnach annehmen, dass *D. denticornis* seine Eisäcke abstreift, und dass die Embryonen am Seegrund eine gewisse Zeit in einem Dauerzustand verbringen. Ob die Embryonen auf diesem Dauerstadium während des ganzen Winters stehen bleiben, und wann die Nauplien ausschlüpfen, konnte ich meinem Material nicht entnehmen, vielmehr kann ich nur so viel sagen, dass erst in der zweiten Hälfte des Juni und ersten Hälfte des Juli jugendliche, im Stadium mit vier Beinpaaren und im Stadium der geschlechtlichen Differenzirung stehende Individuen von *D. denticornis* in den Oberflächenschichten erscheinen und jetzt die Hauptmasse des Copepodenplanktons bilden. Diese Thiere wachsen allmählich und, wie das Nebeneinandervorkommen aller Zwischenstadien zeigt, weniger gleichmässig, als die *Laciniatus*-Brut, zur vollen Differenzirung und Grösse heran, um dann Anfangs August in die Fortpflanzung einzutreten.

Es geht zunächst aus dieser Zusammenstellung hervor, dass der nach Zschokke als hochalpin und hochnordisch zu bezeichnende *D. denticornis*, der in den Hochgebirgsseen erst im August in die Geschlechtsreife eintritt, auch im Titisee diesen Termin zähe eingehalten hat, trotzdem dieser See schon im Anfang April, also 2—3 Monate früher als die Hochgebirgsseen, aufzufrieren pflegt. Auch durch dieses Verhalten erweist sich der *D. denticornis* als eine den hochalpinen, subglacialen Verhältnissen streng angepasste Form.

Zweitens muss ich nach meinen Befunden den *D. denticornis* als eine monocyklische Form betrachten: die Hauptvermehrung fällt, wie gesagt, in die Monate August bis Oktober und von den in dieser Zeit auftretenden Geschlechtsthieren stammen die im Juni und Juli im Oberflächen-Plankton auftretenden Jugendformen ab. Dieselben sind also vorjährigen Ursprungs. Darin stehen meine Beobachtungen im Gegensatz zu den Angaben Zschokke's[2]. Wenn ich nämlich Zschokke recht verstehe, spielt sich der Jahrescyklus

[1] Die Entscheidung dieser Alternative, zu der ich durch mehrere, hier nicht weiter auszuführende Gründe (vor Allem das auffallende Ueberwiegen des in Fig. 2 abgebildeten Stadiums und seine Aehnlichkeit mit dem Dauerzustand des Cladoceren-Eies) gelangt bin, muss ich hier dahin gestellt sein lassen.

[2] Vgl. F. Zschokke l. c. S. 133 ff.

der Hochgebirgs-Diaptomen in der Weise ab, dass die unter dem Eis überwinternden Thiere bereits im Frühsommer, also noch unter der Eisdecke, in eine regere Fortpflanzungsthätigkeit eintreten. Aus dieser frühsommerlichen Vermehrung würden dann die jungen und unreifen Individuen hervorgehen, die man in den im Juni oder Juli auffrierenden Hochgebirgsseen in Massen anzutreffen pflegt. Dieselben würden also diesjährigen Ursprungs sein und in kurzer Zeit, nämlich im Laufe des August und September die Geschlechtsreife erlangen. Da nun z. B. aus den Angaben über den *D. bacillifer* des Lünersees[1] hervorgeht, dass die im August auftretenden Thiere nicht bloss geschlechtsreif, sondern vielfach mit Eiern und Spermatophoren behaftet sind, d. h. sich wirklich auch fortpflanzen, so hätten wir hier eine zweite Vermehrungsperiode, welche zeitlich der einzigen Vermehrungsperiode im Titisee entsprechen würde. Es werden weitere Untersuchungen lehren müssen, ob die Diaptomen der Hochgebirgsseen wirklich in dieser Weise dicyklisch sind, oder ob nicht auch hier, wie im Titisee, nur ein einfacher Fortpflanzungscyklus besteht.

Diaptomus laciniatus.

Für den *Diaptomus laciniatus* des Titisees gilt dasselbe, wie für den *D. denticornis:* auch diese Form ist zweifellos monocyklisch.

In noch sicherer Weise als bei *D. denticornis* kann hier der Fortpflanzungscyklus verfolgt werden, weil der *D. laciniatus* zu keiner Jahreszeit im Oberflächen-Plankton vollständig fehlt.

Schon im März, noch unter der Eisdecke, beginnen die Männchen den Weibchen die Spermatophoren anzuhängen, einige wenige Weibchen tragen auch schon das Eisäckchen (2). Im Mai ist eine ausserordentlich kondensirte Fortpflanzungsthätigkeit zu beobachten (3). Die Hälfte der Weibchen trägt Eisäcke mit meistens 6 Eiern, und während im März die Zahl der einem Weibchen anhängenden Spermatophoren 1—3 betrug, tragen jetzt viele Weibchen Büschel von 5 oder 6. Sehr rasch scheint jedoch diese Fortpflanzungsthätigkeit ihr Ende zu nehmen. Allerdings trifft man ausgewachsene Geschlechtsthiere noch bis Anfang Juli an, aber nur wenige Weibchen tragen noch 1 oder 2 Eier.

Ich habe auch von *D. laciniatus* eine grössere Anzahl von Eisäcken geschnitten. Wie bereits erwähnt wurde, weisen dieselben

[1] l. c. S. 133.

relativ häufig das Naupliusstadium auf, so dass wenigstens für die im Mai erzeugte Brut nicht bezweifelt werden kann, dass die Embryonen, ebenso wie bei den meisten anderen Eisack-tragenden Copepoden, sich kontinuirlich weiter entwickeln und sehr bald als freie Nauplien die Eisäcke verlassen. Nur bei den Weibchen, welche im Juni und Juli noch 1 oder zwei Eier mit sich herumtragen, bin ich nach den wenigen, mir zur Verfügung stehenden Schnittbildern in Zweifel gekommen, ob die ein etwas unregelmässiges Blastulastadium zeigenden und von einer dicken Hülle umschlossenen Eier verspätete und degenerirende Eier sind oder eine Art Dauerform darstellen. Das Vorhandensein von Dauereiern ist übrigens a priori kaum zu erwarten, da sich die weiteren Beobachtungen viel besser unter der Voraussetzung einer kontinuirlichen Entwicklung anschliessen lassen.

Schon von Ende Juni an tritt nämlich in den Oberflächenschichten die junge *Laciniatus*-Brut in den Vordergrund (10), und es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieselbe von der im Mai stattfindenden Hauptvermehrung herrührt, dass sie also, im Gegensatz zur *Denticornis*-Brut, eine diesjährige ist.

Während dann der *D. denticornis* in seine Hauptvermehrung eintritt, wächst die *Laciniatus*-Brut langsam heran. Ende Juli beträgt die Grösse der im Stadium der geschlechtlichen Differenzirung stehenden Thierchen 0,84—0,896 mm, von August bis Oktober fand ich als Durchschnittsgrösse 0,880—0,896, Anfangs November 1,04 mm (10—16). Schon von Anfang Oktober an treten auch einzelne vollkommen differenzirte Thiere auf (14). Von Ende November an bilden die letzteren die Hauptmasse (17), und im März sehen wir sie, wie oben erwähnt wurde, bereits in die Vermehrungsthätigkeit eintreten (2).

Aus dem Obigen geht hervor, dass die Hauptvermehrung des *D. laciniatus* in die Frühjahrsmonate, speziell in den Mai, fällt, also mit derjenigen des *D. denticornis* in keiner Weise kollidirt, und zweitens, dass die Entwicklung des *Laciniatus* im Gegensatz zu derjenigen des *Denticornis* eine kontinuirliche ist. Die Thiere überwintern als grossentheils vollkommen differenzirte Individuen und beginnen noch unter der Eisdecke in die Fortpflanzung einzutreten.

Dieses Verhalten der beiden Titisee-Diaptomen wirft vielleicht ein Licht auf eine eigenthümliche faunistische Erscheinung. Es wurde bereits früher erwähnt, dass nach Zschokke[1] die beiden am

[1] l. c. S. 127.

meisten als hochalpin und hochnordisch anzusprechenden *Diaptomus*-Arten der Hochgebirgsseen *(D. denticornis* und *bacillifer)*, sich in einem und demselben See ausschliessen, dass sie dagegen in Becken desselben beschränkten Gebietes, ja in unmittelbar neben einander liegenden Wasserbecken vikarirend für einander eintreten. So beherbergt z. B. von den Rhätikonseen derjenige von Garschina *D. denticornis*, der Lüner- und Partnunsee dagegen *D. bacillifer*. Aehnliches gilt für andere Seengebiete der Alpen. Nur aus dem Goktschai im Kaukasus wurden beide Formen durch RICHARD sicher bestimmt.

Auf der anderen Seite kommt die zweite im Titisee auftretende Form, *D. laciniatus*, häufig neben anderen *Diaptomus*-Arten, nämlich in mindestens 7 der von G. BURKHARDT aufgezählten Schweizerseen neben *D. gracilis*, in zwei oder wahrscheinlich drei grossen Seen neben *D. graciloides* vor.

Man könnte dies Verhältniss vielleicht mit den Fortpflanzungserscheinungen in Zusammenhang bringen. Ein See, der einmal von *D. denticornis* besiedelt worden ist, wird vielleicht deshalb nicht auch von *D. bacillifer* besetzt werden können, weil die beiden Formen die gleiche Fortpflanzungszeit besitzen. In der grossen Menge der geschlechtsreifen *Denticornis*-Individuen würden die zunächst nur in geringer Anzahl auftretenden Individuen der anderen Art gewissermassen nicht aufkommen können, es würde vielleicht eine Vergeudung der Spermatophoren an fremdartige Weibchen stattfinden oder sonstwie die regelmässige Vereinigung der Geschlechter verhindert werden. Dagegen wird eine Form, deren Fortpflanzungsleben von vornherein auf einen anderen Termin eingerichtet oder überhaupt mehr unregelmässig ist, also etwa *D. laciniatus*, sehr wohl in einem bereits von *D. denticornis* besiedelten Becken unterkommen können, da in diesem Fall eine Störung der geschlechtlichen Vereinigung der Thiere nicht erfolgen kann.

Cyclops strenuus.

Ueber den Fortpflanzungscyklus von *Cyclops strenuus* kann ich nur so viel sagen, dass eiersacktragende Weibchen zwei Mal in der zweiten Hälfte des Mai gefunden wurden. Es entspricht diese Vermehrungsperiode den oben angeführten Erfahrungen früherer Beobachter, im Besonderen den Verhältnissen im oberen See von Arosa (1740 m), in welchem die Vermehrung der Hauptsache nach gleichfalls in den Mai zu fallen scheint.

Dass übrigens die Fortpflanzungszeit im Titisee eine etwas längere sein muss, als aus den wenigen vorliegenden Notizen hervorgeht, scheint mir durch verschiedene Einzelbeobachtungen bewiesen zu werden, nämlich durch das Vorkommen ausgewachsener Männchen im Spätherbst (17), durch das Auftreten von sehr alten, mit Algen dicht bewachsener Individuen in der zweiten Hälfte des Juni (7), vor Allem aber durch den Umstand, dass in den anderen Monaten gewöhnlich sehr verschieden alte Individuen neben einander vorgefunden wurden, was auf eine ungleichzeitige Entwicklung derselben hinweist (7, 15, 17).

Ich möchte hier noch die Bemerkung anknüpfen, dass *Cyclops strenuus* in der Freiburger Gegend auch in der Ebene seine Hauptvermehrungszeit Mitte Mai hat. Wenigstens fand ich ihn in einem Tümpel in den Altwassern des Rheins in zwei hinter einander folgenden Jahren in grosser Menge und lebhafter Fortpflanzung vor und zwar als Alleinherrscher[1]. Schon in den letzten Tagen des Mai war aber kein geschlechtsreifes Thier mehr zu finden. Wie ich früher angab, zeigte dieser *Cyclops strenuus* die „beschleunigte und abgekürzte Ovogenese der halbpelagischen Copepoden", die sich äusserlich schon darin zu erkennen giebt, dass bei Weibchen, welche Eiersäckchen mit Nauplien tragen, bereits der nächste Satz von Eiern im Hervorquellen begriffen sein kann.

Ausser *Cyclops strenuus* wurden an der Grenze zwischen dem littoralen und limnetischen Gebiet im März unter der Eisdecke eiersacktragende Weibchen einer zweiten *Cyclops*-Art, des *C. albidus* Jur., gefischt.

Es mögen zur Uebersicht hier noch die Fortspflanzungszeiten der vier limnetischen Titisee-Copepoden zusammengestellt werden, wobei die Hervorhebung durch fetten Druck den jeweiligen Höhepunkt der Vermehrung andeuten soll.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.
Lac. Lacin.		*Lacin.*		*Lacin. Lac.*			*Dentic.*	*Dentic. Dentic.*			
Strenuus							*Sal. Saliens Saliens Saliens Sal.*				

[1] Vgl. Zool. Jahrb. (Anat. Abth.) 1892 5. Bd. S. 231; Arch. f. mikr. An. 1893 41 Bd. S. 460; sowie F. Zschokke l. c. S. 151.

In dieser Tabelle kommen die beiden, im Text besonders hervorgehobenen Punkte zum Ausdruck, einmal die speziell für die *Diaptomus*-Arten bewiesene Monocyklie und zweitens das Alterniren der Fortpflanzungszeiten der beiden am nächsten verwandten Formen. Es wäre als ein drittes Hauptergebniss hinzuzufügen, dass der *Diaptomus laciniatus* eine kontinuirliche Entwicklung aufweist und im vollkommen differenzirten Stadium überwintert, während der *D. denticornis* höchstwahrscheinlich den Winter in einem embryonalen Dauerzustand verbringt.

Differenzirung der Art- und Geschlechtscharaktere.

Es wird dem mit den Verhältnissen vertrauten Leser aufgefallen sein, dass in der obigen Zusammenstellung die unreifen Jugendformen in bestimmter Weise bald der einen, bald der anderen *Diaptomus*-Art zugewiesen worden sind. Thatsächlich ist allerdings meines Wissens bis jetzt noch nicht der Versuch zu einer Frühdiagnose der Copepoden gemacht worden, vielmehr finden wir in den verschiedenen Planktonlisten immer wieder registrirt, dass die Copepoden nur in unreifen Stadien auftraten und daher bedauerlicher Weise nicht zu bestimmen waren.

Es würde nun zunächst nahe liegen, eine Frühdiagnose auf Färbungsunterschiede zu gründen. Ich habe leider versäumt, regelmässig die Färbung der Titisee-Copepoden zu notiren und kann nur bezüglich der im August auftretenden, im Differenzirungsstadium stehenden Jugendformen von *Diaptomus laciniatus* angeben, dass die Enden der grossen Antennen röthlich-gelb gefärbt sind, und dass auch im Cephalotorax in unregelmässiger Menge der röthlich-gelbe Farbstoff gespeichert ist, während der ganze übrige Körper und alle Extremitäten eine lebhaft hellblaue Färbung zeigen. Bezüglich des jugendlichen *Diaptomus denticornis* fehlen mir Notizen.

Im Uebrigen würde aber eine Unterscheidung der Jugendformen nach der Färbung nur für ein einzelnes Seebecken, nicht aber für die Befunde in verschiedenen Gewässern Geltung haben können, da, wie SCHMEIL für die *Diaptomus*-Arten des Flachlandes angiebt, und wie dies auch für diejenigen des Gebirges Geltung zu haben scheint, die Färbung derselben Art, offenbar je nach der Nahrung, von Gewässer zu Gewässer wechselt, so dass rothe und blaue Farbe und volle Farblosigkeit sich ablösen können. Speziell für die eine im Titisee vorkommende Form, für *D. denticornis*, giebt BLANCHARD

an, dass in den französischen Alpen in nahe gelegenen Wasserbehältern die Färbung zwischen lebhaftem Karminroth und vollständiger Farblosigkeit schwanken kann[1].

Als ich zu dem in der Einleitung gedachten Zwecke die Untersuchung des Titisee-Materials aufnahm und zunächst das Stadium der geschlechtlichen Differenzirung ausfindig machen wollte, fiel mir auf, dass in dem betreffenden Stadium, das ich mit B bezeichnen will, und ebenso in dem vorhergehenden Stadium mit vier ausgebildeten Schwimmfusspaaren und der Anlage des fünften (Stadium A IV) in den verschiedenen Proben beträchtliche Grössenunterschiede auftraten. Dieselben waren so auffällig und so konstant, dass ich

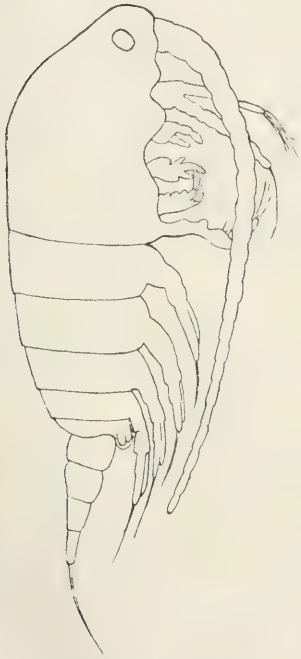


Fig. 3. Stadium A IV von *Diaptomus denticornis.*

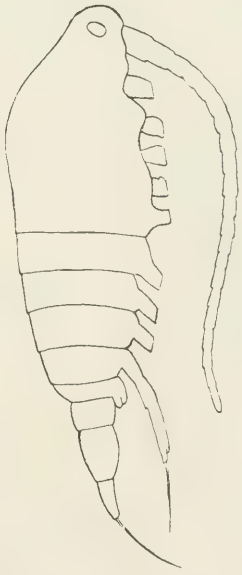


Fig. 4. Stadium A IV von *Diaptomus laciniatus.*

erst von hier aus auf den Gedanken kam, ob nicht die zwei verschieden grossen Jugendformen zwei verschiedenen Arten zugehören, eine Vermuthung, die sehr bald in der Auffindung des *D. denticornis* ihre Bestätigung fand.

[1] Vgl. hierzu F. Zschokke l. c. S. 131.

Thatsächlich liegen die Verhältnisse so, dass die zu *D. laciniatus* sich entwickelnden Jugendformen im Stadium mit zwei vollständig ausgebildeten Schwimmfusspaaren (Stadium A II) etwa 0,5 mm, im folgenden Stadium mit drei ausgebildeten Schwimmfusspaaren und der Anlage des vierten (Stadium A III) durchschnittlich 0,6 mm, in dem oben erwähnten Stadium A IV 0,8—0,825 mm und im Anfang des Differenzirungsstadiums (Stadium B) 0,84—0,9 mm massen. Dagegen stellte sich heraus, dass die Jugendformen von *D. denticornis* im Stadium A IV 0,84—0,9 und im Anfang des Differenzirungsstadiums 1—1,4 mm massen (vergl. die durch Figur 3 und 4 dargestellten Stadien A IV der beiden Formen).

Diese ohne Weiteres dem Auge auffälligen Grössenunterschiede entsprechen den Grössenunterschieden der geschlechtsreifen Thiere. Die vollkommen geschlechtsreifen *D. laciniatus* des Titisees sind nach meinen Messungen 1,15—1,2 mm gross, beiläufig also, wie schon SCHMEIL bemerkt hat, beträchtlich kleiner als die den nordischen Gewässern entstammenden Thiere[1]. Die in Fortpflanzung begriffenen Männchen von *Diaptomus denticornis* sind im Titisee 1,5—1,6, die eiersacktragenden Weibchen etwa 1,7 mm lang, d. h. gleichfalls wesentlich kleiner, als die von anderen Fundstätten bekannten Formen[2].

Nach dem Obigen war also eine absolut sichere Handhabe gegeben, um in den einzelnen Fängen die Zugehörigkeit der Jugendformen zu einer der beiden Arten zu bestimmen.

Es sei hier noch das Wichtigste bezüglich der geschlechtlichen Differenzirung in kurzer Zusammenfassung hinzugefügt.

Bei *Diaptomus laciniatus*, welche Form zur Grundlage der diesbezüglichen Untersuchungen gemacht wurde, vermehren sich schon im Stadium mit zwei Schwimmfusspaaren (Stadium A II) die beiden über dem Darm gelegenen Urgenitalzellen auf die Vierzahl. Während der Stadien mit drei und vier Schwimmfusspaaren (Stadium A III und A IV) findet eine weitere Vermehrung der Zellen statt, ohne dass bis jetzt eine geschlechtliche Verschiedenheit wahrgenommen werden kann. Die folgende Häutung führt zum Differenzirungsstadium (Stadium B), in welchem sofort die gleichzeitige Ent-

[1] Nach O. SCHMEIL, Deutschlands freilebende Süsswasser-Copepoden, Nachtrag, Stuttgart 1898 S. 167, sind die Weibchen von *D. laciniatus* 1,2—2,2, die Männchen 1—1,6 mm lang.

[2] GIESBRECHT und SCHMEIL geben im „Thierreich" für die Weibchen die Grösse von 2,5—3 mm, für die Männchen eine Länge von 2—2,5 mm an!

faltung der primären und sekundären Geschlechtscharaktere erfolgt: durch die paarige Anordnung der Ovidukte, durch die grossen in dieselben eintretenden Eizellen, durch die gleichartige Beschaffenheit der ersten Antennen, das frühzeitige Auftreten der Flügel des letzten Thoraxsegments, die Dreizahl der primären Abdominalsegmente, vor Allem aber durch die kurzen, gleichartigen Beine des 5-Paares sind die Weibchen (Fig. 5), durch die unpaare Ausbildung des Vas deferens, die rasche Vermehrung der

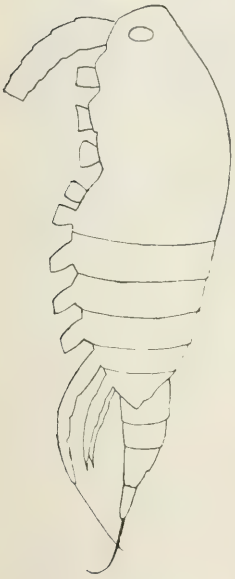


Fig. 5. Weibchen von *Diaptomus laciniatus* im Differenzirungsstadium (Stadium B).

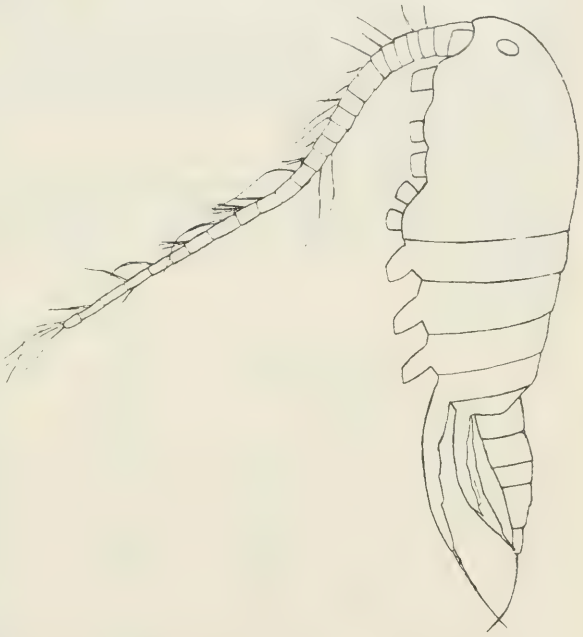


Fig. 6. Männchen von *Diaptomus laciniatus* im Differenzirungsstadium (Stadium B).

Ursamenzellen, durch die frühzeitig auftretende Verdickung und die noch vor der Gelenkdifferenzirung wahrnehmbare charakteristische Biegung der Greifantenne, durch die Vierzahl der fernrohrartig angeordneten Abdominalsegmente, besonders aber durch die Differenzirung des Greiffusses und seines zunächst in Gestalt eines kurzen Stachels sich darstellenden „Greifhakens“ sind die Männchen (Fig. 6) gekennzeichnet.

Es sei bezüglich der äusserlich hervortretenden Merkmale auf die beifolgende Skizze verwiesen. Hier möge nur nochmals auf den

in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht wichtigen Umstand hingewiesen werden, dass die Entfaltung der sekundären Geschlechtscharaktere genau zu gleicher Zeit wie die Differenzirung der Geschlechtsorgane ihren Anfang nimmt.

Geschlechtsverhältniss.

Mit Rücksicht auf den besonderen Zweck der Untersuchung habe ich bei der Sortirung des Materials von Anfang an auf das Geschlechtsverhältniss der vorliegenden Formen geachtet. Ich musste allerdings aus äusserlichen Gründen davon Abstand nehmen, mit sehr grossen, nach Tausenden zählenden Mengen zu rechnen. Immerhin ergaben auch die kleineren, in den Hunderten sich bewegenden Zahlen gewisse konstante Verhältnisse, aus welchen einige Schlüsse gezogen werden konnten.

Unter den geschlechtsreifen und beinahe geschlechtsreifen Heterocopen überwiegen in den Oberflächenschichten im grossen Ganzen die Weibchen, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

	♂	♀
22. VI.	23	41
23. VI.	14	15
29. VI.	23	19
6. VII.	25	14
26. VII.	47	101
6. VIII.	4	16
18. VIII.	22	33
19. VIII.	—	8
1. X.	38	37
	196	284

Das „Geschlechtsverhältniss", d. h. die Zahl der Männchen berechnet auf 100 Weibchen, würde danach bei *Heterocope* 69 betragen.

Umgekehrt scheinen bei *Diaptomus denticornis* in der Hauptvermehrungszeit, wenigstens in den Oberflächenschichten, die Männchen zu überwiegen, wie aus den folgenden Zahlen hervorgeht:

	♂	♀
6. VIII.	57	38
19. VIII.	86	53
	143	91

Die allerdings sehr kleinen Zahlen würden das Geschlechtsverhältniss 157 ergeben. Es tritt übrigens schon bei *D. denticornis* ein Verhältniss hervor, welches bei *D. laciniatus* noch deutlicher zum Vorschein kommt, nämlich die Erscheinung, dass die Geschlechter vor Erlangung der vollen Geschlechtsreife sehr ungleichmässig gemischt sind. So ergab z. B. eine Probe aus dem Fang No. **6** (22. VI.) 60 im Differenzirungsstadium stehende Weibchen und nur zwei entsprechend alte Männchen.

Sehr wechselnde, wenn auch in mancher Hinsicht nicht unregelmässige Verhältnisse ergaben sich bei *Diaptomus laciniatus*. In der Hauptvermehrungszeit im Mai kamen auf 150 ♀ 85 ♂, d. h. das Geschlechtsverhältniss betrug, so weit die kleinen Zahlen die Aufstellung desselben erlauben, ungefähr 57. Ein Uebergewicht der Weibchen trat als ganz regelmässige Erscheinung auch in der im Sommer heranwachsenden Brut hervor: der Fang No. **10** (26. VII.) wies „überwiegend" Weibchen auf, im Fang No. **11** (6. VIII.) kam auf etwa 150 ♀ nur 1 ♂, in No. **13** (19. VIII.) auf 114 ♀ nur 7 ♂. Im Herbst beginnt dieses Verhältniss unregelmässig zu werden. In No. **14** (1. X.) befinden sich ungefähr gleichviel Weibchen und Männchen, in No. **15** (17. X.) überwiegen die jungen Männchen: auf 73 ♀ kommen 90 ♂, in No. **16** (2. XI.) sind die Geschlechter in den unreifen Stadien wieder in annähernd gleicher Zahl vorhanden, unter den erwachsenen Thieren überwiegen die Weibchen, in No. **17** (21. XI.) überwiegen abermals die Weibchen, in No. **1** (12. I.) und **2** (25. III.) dagegen, also in den beiden unter der Eisdecke gemachten Fängen, treten die Männchen mit grosser Majorität in den Vordergrund.

Hält man diese Befunde zusammen mit der von Apstein[1] gemachten Beobachtung, dass die Männchen von Diaptomus die tieferen Schichten bevorzugen, so könnte man ungefähr zu folgender Anschauung gelangen:

Wie aus dem Verhältniss der Geschlechter zur Zeit ihrer Vereinigung, also in der Hauptvermehrungsperiode hervorgeht, dürfte bei *D. laciniatus*, ebenso wie bei *Heterocope*, im Allgemeinen das weibliche Geschlecht überwiegen. Für *D. laciniatus* stellte sich als Geschlechtsverhältniss 57, bei *Heterocope* 69 heraus.

Es kann vielleicht weiter gesagt werden, dass die Weibchen mehr gleichmässiger in den verschiedenen Schichten vertheilt

[1] Vgl. C. Apstein, Das Süsswasserplankton, Kiel und Leipzig 1896.

sind, während die Männchen, als die sensitiveren, speziell wohl auch gegen Licht oder Wärme empfindlicheren Individuen mehr eine bestimmte, je nach den Licht- und Wärmeverhältnissen tiefere oder höhere Schicht, also ein bestimmtes Optimum einhalten. Mit dieser Annahme würde sehr gut die Thatsache übereinstimmen, dass an den klaren, heissen Sommertagen, an denen wir unsere Exkursionen auszuführen pflegten, die jungen Männchen in den Oberflächenschichten fast ganz fehlen, während sie umgekehrt im Winter dicht unter der Eisdecke besonders reichlich auftreten.

Ich kann diese Vermuthungen zur Zeit nicht weiter verfolgen, jedenfalls scheinen aber meine Beobachtungen darauf hinzuweisen, dass die männlichen Individuen nicht zu allen Zeiten und in allen Schichten gleichmässig mit den Weibchen gemischt sind, sondern, vermuthlich unter dem Einflusse der Licht- oder Wärmeverhältnisse, vertikale, der Durcheinandermischung der Artgenossen zu Gute kommende Bewegungen ausführen.

Anhang: Fang-Verzeichniss.

(Die in eckige Klammern eingefügten Angaben sind Tagebuch-Notizen entnommen. Für alle anderen lagen Material-Proben vor.)

1. 12. Januar (1901). Unter der Eisdecke (17 cm dick) in 1 Meter Tiefe gefischt (Seetiefe 3—4 m). 11—1 Uhr Vorm.

Diaptomus. Die Hauptmasse der Copepoden (74 %) bilden ausgewachsene und vollständig differenzirte Männchen von *D. laciniatus*, sowie Männchen im fortgeschrittenen Differenzirungsstadium (Stadium B) kurz vor der letzten Häutung (10 %). Dazu kommen ausgewachsene Weibchen von *D. laciniatus* (8 %).

Heterocope. Fehlt.

Cyclops. Jugendliche Exemplare von *C. strenuus* bilden 8 % der Copepodenmasse.

(*Cladoceren* fehlen vollständig.)

2. 25. März (1901). Unter der Eisdecke (20—30 cm dick) in 15 und 40 Meter Entfernung vom Ufer (Seetiefe $1^1/_2$ und 5 m) gefischt. 4—6 Uhr Nachm.

Diaptomus. Die Hauptmasse der Copepoden bilden im zweiten Eisloche, hauptsächlich in $1^1/_2$—2 m Tiefe, vollständig differenzirte *Diaptomus laciniatus*. Auf 100 ♂ kommen 15 ♀, die

meisten mit 1—2, seltener 3 Spermatophoren, 1 Exemplar mit Eisack. Ausserdem zahlreiche Nauplien (zu *D. denticornis* gehörig?).

Heterocope. Fehlt.

Cyclops. Im ersten Eisloch in etwa 1 m Tiefe mehrere Weibchen mit Eisäcken gefischt, welche in den meisten Merkmalen (ganzrandige Beschaffenheit der hyalinen Membran des letzten Segments der ersten Antennen u. A.) mit *C. albidus* Jur. übereinstimmen, in einigen dagegen (Eiballen nur wenig divergirend u. A.) an *C. fuscus* Jur. erinnern und vielleicht zu einer der von Schmeil (Deutschlands freileb. Süssw.-Cop., I. Th., Kassel 1892, S. 132 ff.) erwähnten Zwischenformen gehören.

(*Bosmina* in grosser Menge im zweiten Eisloch.)

3. **21. Mai** (1892). Abends 4—5 Uhr. Wellengang. Etwa 8° C.

Diaptomus laciniatus massenhaft, in lebhaftester Fortpflanzung. Nur erwachsene Individuen. Auf 150 ♀ kommen 85 ♂. Beinahe die Hälfte aller Weibchen mit Eisäcken (meist mit 6 Eiern), sowie mit 1—6 Spermatophoren.

Diaptomus denticornis. Fehlt.

Heterocope. Fehlt.

Cyclops strenuus. Wenige Weibchen mit und ohne Eisäcken.

(*Daphnia* und *Bosmina* in Sommereibildung, an Masse jedoch bedeutend hinter *Diaptomus* zurücktretend.)

[4. **25. Mai** (1895). Regen.

Cyclops strenuus in Fortpflanzung.]

[5. **20. Juni** (1896). Leichter Landregen.

In der oberflächlichen, sehr warmen Schicht „massenhaft" *Heterocope.*

Ausserdem als Hauptvorkommnisse: *Daphnia. Floscularia mutabilis.*]

6. **22. Juni** (1895).

Diaptomus. Die Hauptmasse bilden junge, zu *D. denticornis* gehörige, vorzugsweise in Stad. A IV stehende Individuen und Weibchen im Stadium B. Auf 60 Ind. im Stad. A IV und ebensoviel Weibchen im Stad. B kamen: 2 *denticornis*-Männchen im Stad. B, 1 erwachsenes *denticornis*-Männchen, 3 erwachsene *denticornis*-Weibchen, 12 erwachsene *laciniatus*-Weibchen (darunter 2 mit je 2 Eiern, auf welchen Bacillariaceen sitzen).

Heterocope. In verhältnissmässig sehr grosser Anzahl. Auf 23 beinahe und ganz erwachsene Männchen kamen 41 ebensolche Weibchen (darunter 2 mit Samenballen).

Cyclops. Fehlt vollständig.

(Die Hauptmenge der Daphniden bilden: *Holopedium*-Weibchen mit 1—2 Embryonen. *Daphnia*-Weibchen sparsam, aber mit verhältnissmässig viel [2—3] Embryonen. *Bosmina* fehlt.)

7. 23. Juni (1900).

Diaptomus laciniatus in grosser Zahl, aber ausser Fortpflanzung. Auf 120 Weibchen ohne Eisack und Spermatophoren kommen 3 ♂, 4 ♀ mit einem Ei, 4 ♀ mit 1 Spermatophore.

Diaptomus denticornis. Von Stadium A IV an aufwärts bis zu beinahe erwachsenen Individuen. Auf 120 *laciniatus*-♀ kommen 30 beinahe erwachsene *denticornis*-♀ und 3 beinahe erwachsene *denticornis*-♂.

Heterocope. In mässiger Zahl beinahe und ganz ausgewachsene Individuen. Auf 14 ♂ kommen 15 ♀.

Cyclops strenuus. In mässiger Anzahl in verschiedenen Altersstufen, darunter erwachsene Individuen mit dichtem Algenbesatz.

(*Daphnia longispina* zahlreich, einzelne ♀ mit einem Embryo. *Bosmina* spärlich.)

8. 29. Juni (1894).

In dem spärlichen (und schlecht konservirten) Material finden sich ausser einzelnen *D. laciniatus*-Weibchen hauptsächlich erwachsene und jüngere *Heterocopen* (auf 23 ♂ 19 ♀).

9. 6. Juli (1896). 3/4 Meter Tiefe.

Diaptomus laciniatus. Zahlreiche ♀, ein Exemplar mit einem Ei.

Diaptomus denticornis. Die Hauptmasse der Copepoden bilden Jugendformen, die ich hauptsächlich wegen der Grösse des Stadiums A IV zu *D. denticornis* rechnen muss. Wenige ausgewachsene *denticornis*-♀.

Heterocope. In der gesammten Probe 25 ausgewachsene und beinahe ausgewachsene ♂, 14 ausgewachsene und beinahe ausgewachsene ♀ (darunter 2 mit Samenballen und Spermatophoren).

Cyclops strenuus. Scheint zu fehlen.

(Hauptmasse der Daphniden bilden *Daphnia longispina*, darunter einzelne mit Embryonen. Spärliche *Bosmina*. *Holopedium* tritt erstmals auf.)

10. 26. Juli (1892).

Diaptomus. Hauptmasse: Stadium B, zu *D. laciniatus* gehörig, überwiegend ♀; ganz vereinzelte erwachsene Männchen von *D. denticornis*.

Heterocope. In einer Probe 47 erwachsene ♂ und 101 erwachsene ♀, darunter zahlreiche mit Spermaballen.

Cyclops strenuus. Scheint zu fehlen.

(Einzelne *Daphnia*; sehr zahlreiche *Holopedium*; zahlreiche junge und ausgewachsene *Bosmina*.)

11. 6. August (1900).

Diaptomus laciniatus. Zahllose Junge im Stad. B (auf 150 ♀ nur 1 ♂).

Diaptomus denticornis. Erwachsene ♀ 38 (darunter 10 mit Eisack); erwachsene ♂ 57.

Heterocope. Erwachsene ♂ 4; erwachsene ♀ 16 (darunter mehrere mit Ei).

Cyclops. Fehlt.

(Ungeheure Massen von *Daphnia ad.* (stets nur mit 1 Embryo); zahlreiche junge und erwachsene *Bosmina*.)

12. 18. August (1898). Heisses, klares Wetter. Plankton erst von 1 m Tiefe an reichlicher.

Diaptomus. Die Hauptmasse bilden junge, im Differenzirungsstadium stehende Individuen von *D. laciniatus*. Einige wenige erwachsene *D. denticornis*.

Heterocope in 1 m Tiefe ziemlich zahlreich (auf 22 ♂ kommen 33 ♀, theilweise mit Spermaballen).

(*Daphnia* in lebhafter Fortpflanzung.)

13. 19. August (1900).

Diaptomus laciniatus. Junge Stadien, Metanauplien, Stadium A II—A IV, sowie B bilden die Hauptmasse des Planktons. Im Stadium B kamen auf 114 ♀ nur 7 ♂.

Diaptomus denticornis. Ziemlich lebhafte Vermehrung. Auf 86 erwachsene ♂ kommen 53 erwachsene ♀, davon 18 mit Eisack.

Heterocope. Auf 140 erwachsene *D. denticornis* kommen 8 erwachsene *H.*-Weibchen, darunter einige mit Samenballen.

Cyclops strenuus. Sparsam durch Jugendformen vertreten.

(*Daphnia* und *Bosmina* in lebhafter Fortpflanzung. Embryonenzahl bei *Daphnia* meistens 1, nur bei einzelnen grossen Exemplaren 2, bei *Bosmina* in der Regel 2.)

14. 1. Oktober (1898). Trüb, kühl.

Diaptomus. Die Hauptmenge bilden junge Individuen im fortgeschrittenen Differenzirungsstadium B, ungefähr gleich viel Männchen und Weibchen, zweifellos zu *D. laciniatus* gehörig. Bereits treten einzelne erwachsene *Diaptomus laciniatus*-♀ auf. Andererseits sind noch einige Nachzügler von *Diaptomus denticornis*, erwachsene Männchen und Weibchen, vorhanden.

Heterocope. Zahlreiche in Fortpflanzung begriffene Individuen an der Oberfläche (auf 38 ♂ kamen 37 ♀, theilweise mit Samenballen).

Cyclops strenuus. In mässiger Anzahl.

(*Daphnia* im Beginn der geschlechtlichen Fortpflanzung. Von *Bosmina* hauptsächlich jüngere Exemplare. Daneben mehrfach ♀ mit 1 Embryo.)

15. 17. Oktober (1894). 5—5½ Uhr Nachm.

Diaptomus. Die Hauptmenge bilden jugendliche Individuen von *D. laciniatus* im älteren Differenzirungsstadium, etwas mehr ♂ als ♀ (90 ♂ auf 73 ♀). Einzelne erwachsene *D. laciniatus*, Männchen und Weibchen, treten auf (auf obige Zahl kommen 9 ♂ und 6 ♀). *Diaptomus denticornis* befindet sich immer noch in geschlechtlicher Fortpflanzung (auf obige Zahlen kommen 18 erwachsene ♂ und 4 erwachsene ♀, darunter 3 mit 6 Eiern.)

Heterocope. Einzelne erwachsene Weibchen (1 Ind. mit Samenballen), sehr wenig erwachsene ♂.

Cyclops. In ziemlicher Zahl und in allen Grössen. Auf obige Zahlen kommen 45 verschieden grosse Individuen.

(*Daphnia* in ziemlicher Anzahl, vielfach mit einem Embryo. Keine Männchen. *Bosmina* spärlich, die grösseren ♀ mit einem Embryo. *Holopedium* spärlich, mit 2—4 anscheinend hartschaaligen Eiern.)

16. 2. November (1895). 9—10 Uhr Vorm.

Diaptomus. Die Hauptmasse der Copepoden (70 %) bildet *D. laciniatus* im Differenzirungsstadium (auf 64 ♀ kommen 62 ♂). Bereits treten auch zahlreiche erwachsene *D. laciniatus*-Weibchen

(15 %) und -Männchen (6 %) auf. Sehr sparsam sind erwachsene *D. denticornis*-Weibchen und -Männchen, erstere vereinzelt noch mit Eisack (zusammen machen sie 3 % aus).

Heterocope. Fehlt.

Cyclops in geringer Zahl (etwa 6 % aller Copepoden), darunter verhältnissmässig viel jugendliche Exemplare.

(*Daphnia* sparsam: grosse Weibchen in Sommereibildung (1 Embryo) und vereinzelte Männchen. *Bosmina* sehr spärlich: Weibchen mit 1—2 Eiern oder Embryonen.)

17. 21. November (1891).

Diaptomus. Die Hauptmasse der Copepoden (65%) bilden beinahe oder ganz erwachsene *D. laciniatus:* 10 % im fortgeschrittenen Differenzirungsstadium, offenbar unmittelbar vor der letzten Häutung, 39 % ausgewachsene ♀, 16 % ausgewachsene ♂. Dazu kommen einzelne wenige (2 %) ausgewachsene *denticornis*-♂ und -♀.

Heterocope. Fehlt.

Cyclops in verschiedenen Altersstufen bilden 33 % der Copepoden. Einzelne ausgewachsene Männchen.

(*Daphnia*-♀ sehr sparsam. Einzelne *Bosmina*-♀ mit einem Embryo.)

Freiburg i. Br., Ostern 1901.

Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Facies.

II. Der Südliche Rhaetikon[1].

Von

Dr. phil. **Theodor Lorenz.**

Mit 9 Tafeln und 19 Figuren im Text.

Vorwort.

Die Anfänge zu dieser Arbeit reichen schon einige Jahre zurück. Während der geologischen Aufnahme des Fläscherberges machte ich bereits einige Streifzüge in das Gebiet des Falknis. Diese Touren hatten nur das stratigraphische Studium jener Gegend zum Ziel. Das Ergebnis dieser Voruntersuchungen war die Feststellung der Thatsache, dass die helvetische Facies am Fläscherberge aufhört, und dass mit dem Rhätikon[2], dessen westliches Ende die Falknisregion bildet, eine neue Facies anhebt. In meiner jüngst erschienenen Arbeit[3] über den Fläscherberg habe ich den östlichen Abschluss des helvetischen Faciesgebietes behandelt. Vorliegende Schrift beschäftigt sich nun mit der neuen Facies, die sich östlich an die helvetische anschliesst.

[1] Der I. Theil dieser Arbeit, Monographie des Fläscherberges, erschien in den Beiträgen zur geol. Karte der Schweiz. N. F., X. Lieferung 1900.

[2] Unter den Begriff des Südlichen Rhätikon fasse ich jene von Westen nach Osten sich ziehenden Kalk- bezw. Dolomitberge zusammen, die das ausgedehnte Flyschgebiet des Prättigau im Norden begrenzen. An bedeutenden Höhen fehlt es in dieser Kette nicht. Von Westen nach Osten finden wir folgende hauptsächlichen Gipfel: Falknis 2566 m, Vordere Grauspitze 2601 m, Hintere Grauspitze 2577 m, Plasteikopf 2356 m, Naafkopf 2575 m (Berührungspunkt der Grenzen der Schweiz, Oesterreich und Lichtenstein), Tschingel 2545 m, Scesaplana 2969 m, Kirchlispitzen (2555 m und 2429 m) und Drusenfluh.

[3] Lorenz l. c.

Ich muss gestehen, dass die Erforschung dieses Gebietes mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft war. Der gänzliche Mangel einer brauchbaren Vorarbeit und das Fehlschlagen jedes Versuches, die Beobachtungen in den alten Rahmen der vorhandenen Stratigraphie jener Gegend einzufügen, haben mir nicht geringes Kopfzerbrechen verursacht. Mit Energie und Ausdauer ist es mir, wie ich annehmen darf, endlich gelungen, etwas Licht über den Grundplan der Tektonik zu verbreiten und einige Klarheit in die verwirrte Stratigraphie zu bringen. Ich will meinen späteren Ausführungen durch Voranstellung der Resultate nicht vorgreifen. Doch möchte ich den Hinweis nicht unterlassen, dass die Ergebnisse mich zu der Erwartung berechtigen, durch sie den Schlüssel zum Verständnis mancher Probleme in den Ostalpen gefunden zu haben.

Leider ist es mir nicht möglich, im nächsten Jahre noch ergänzende Beobachtungen anzustellen. Ebenso bedauerlich ist es, dass ich die Zusammenstellung dieser Arbeit nicht mit der Musse vornehmen kann, wie sie bei meinen mangelhaften schriftstellerischen Fähigkeiten von nöten wäre. Eine unerwünschte Beschleunigung meiner Abreise nach Borneo zwingt mich, meine Beobachtungen in Eile zu Papier zu bringen. Herr Professor Dr. Steinmann hat die grosse Liebenswürdigkeit gehabt, die Durchsicht der Korrekturen, sowohl des Textes, der geologischen Karte, als auch aller Zeichnungen bereitwilligst zu übernehmen. Für diesen Beistand sowohl, wie für die stets bereite wissenschaftliche Hülfe, deren ich mich in seinem Institute erfreute, spreche ich dem verehrten Lehrer und Meister auch hier meinen aufrichtigsten Dank aus.

Freiburg im Breisgau, Januar 1901.
Geologisch-mineralogisches Institut.

Stratigraphisch-palaeontologischer Teil.

Tertiär-Flysch.

Der petrographische Charakter des Flyschs ist folgender:

Braune, gelbe, schwarze und grüne Mergelschiefer. Glimmerige, quarzitische, graue Kalke in Bänken und Schiefern. Die quarzitischen Kalkschiefer führen nicht selten auf ihren Schichtflächen schwarze Thonüberzüge, die, von vielen Kalkspatadern durchsetzt, einen charakteristischen Anblick gewähren. Eisenschüssige Sandsteine, bezw. Quarzite und polygene Breccien. Die fremden Bestandteile der

Breccie sind meistens klein und erreichen selten Faustgrösse. Vorwiegend nehmen triasische Dolomite und Kalke, Sand und Quarzbrocken Anteil an der Zusammensetzung.

Bei der „steinernen Brücke" auf dem Wege von Seewis nach Ganey trifft man eine grobe Breccie, die aus grossen gerundeten Brocken eines echten Sedimentgneisses und eines sehr sauren Granitgneisses bestehen. In der Nähe der Goldrosenhütte beim Cavelljoch steht eine feinkörnige Breccie an, die der Hauptsache nach aus Sand, feinen Dolomitfragmenten und kleinen Bruchstücken eines grünen krystallinischen Schiefers besteht. Die genaue mikroskopische Untersuchung der Flyschbreccien lässt noch viel zu wünschen übrig. Meine Beobachtungen sind in dieser Beziehung durchaus noch nicht erschöpfend. Es wäre wünschenswert, wenn künftig die kartierenden Geologen in jener Gegend auf die Komponenten der tertiären Flyschbreccie achtgeben würden.

Innerhalb dieser sehr mannigfachen Gesteinsfolge treten lokal bestimmte petrographische Horizonte auf, die vorherrschen. Dadurch entstehen gewisse erkennbare Faciesausbildungen, deren einer Pol die sandige und deren anderer die kalkige ist. Zwischen beiden liegt die mergelige Ausbildung mit Uebergängen nach beiden Richtungen. Ich habe auf der geologischen Karte den Versuch gemacht, dort, wo eine reine Facies in obigem Sinne vorlag, entsprechende Eintragungen zu machen.

Das Thal der Alp Vals auf der Südseite der Scesaplana und die Kette mit den Spitzen Picardiekopf, Tief- und Hoch-Sagettis, Gyrenspitz bildet ein einheitliches Gebiet der Sandfacies. Dieser Untergrund prägt jenem Thal infolgedessen den Stempel der Sterilität auf. Die Vegetation besteht nur aus niedrigen strauchförmigen Bäumen und spärlichem Grase. Der ökonomische Wert der Alp kann demnach nur ein geringer sein. Die Grenze gegen die Mergelfacies im Westen ist im Felde durch den plötzlichen Vegetationswechsel leicht kenntlich und interessant zu beobachten. Die kartographische Abgrenzung dieser Sandfacies ist nicht nach allen Seiten hin scharf durchzuführen. Auf dem Wege von Seewis nach Ganey durchschreiten wir ein Gebiet ausgesprochener Mergelfacies, in das von Osten, aus dem soeben erwähnten Gebiet, verschiedene Apophysen der Sandfacies übergreifen (so bei Marnein, Gandawald, Steinerne Brücke). Ebenso keilt die Sandsteinzone nach Osten in unscharfen Konturen aus.

Nördlich von dieser Sandsteinfacies findet sich eine reine Kalkfacies des Flyschs, die sich an der Südseite der Scesaplana von der

Wurmhalde bis zum Hochbühl hinzieht, dort verschwindet und im Osten zwischen Kirchli und den Kirchlispitzen lokal beschränkt wieder einsetzt. Es sind graue Kalkbänke von einigen Fuss Mächtigkeit, die das Hangende der Flyschsandsteine bilden. Diese beiden Horizonte sind durch spätere Faltung aus Südosten in lang ausgezogene, zum Teil komplizierte Falten gelegt. Ihrem Habitus nach gleichen die grauen Kalkbänke dem Hochgebirgskalk der helvetischen Facies. Hin und wieder sieht man auf den frisch angeschlagenen, schwarzgrauen Bruchflächen Algen. Ueber die zweifellose Zugehörigkeit dieser grauen Kalke, die ich sonst nirgends im Flysch anderweitig gesehen habe, zu den eogenen Sandsteinen, wurde ich mir erst klar durch den deutlichen Uebergang beider an der Goldrosenhütte zwischen Kranzelkopf und Gyrenspitz. In den feinen, breccienartigen, eisenschüssigen Sandsteinen fand ich ein unzweideutiges Exemplar von *Orbitoides*[1] spec. Dieser Fossilfund, der für ein **posteocaenes** Alter der Schichten spricht, gewinnt dadurch an Bedeutung, dass das Alter der Bündner Schiefer im Prättigau nunmehr erst über allen Zweifel als sicher eogen gelten kann.

Ein besonderes Merkmal für Flyschschichten ist der Reichtum an Algen und Kriechspuren verschiedenster Form. Unter den besonders reichen Fundstellen meines Gebietes steht an erster Stelle die klassische Lokalität Ganey.

Meine Ausbeute an Algen war folgende:

Caulerpa (*Squamularia,* Rothpletz) *Eseri,* Ung. von Ganey.
(Heer[2] S. 152, Tafel LIX, Fig. 3.)

Caulerpa filiiformis, Sternberg von Ganey.
(Siehe Maillard[3].)

Granularia spec. von Ganey.

Diese Gattung ist dieselbe wie *Muensteria* bei Heer; 8—10 mm breiter Thallus mit Ringbildung, d. h. 2 mm hohe, mit Pusteln be-

[1] Die Nebenkämmerchen mit den Verbindungskanälen sind zum Teil durch Eiseninfiltration gut kenntlich. Leider ist die Hauptkammerlage schlecht erhalten, weswegen eine spezifische Bestimmung nicht möglich ist. Das vereinzelte Vorkommen einer *Orbitoides* in der feinkörnigen Breccie scheint mir darauf hinzudeuten, dass ein verrolltes Exemplar vorliegt, welches aus mittel- oder obereocänen Schichten stammt. Anstehendes Eocän ist aus dem Falknisgebiete selbst nicht bekannt; die nächstgelegenen Vorkommnisse befinden sich im Westen des Rheinthals bei Ragatz.

[2] Heer, Flora fossilis Helvetiae 1877.

[3] Maillard, Mém. d. l. soc. pal. suisse vol. XIV, 1887.

setzte kohlige Substanz wechselt mit 2—3 mm hohen kohlefreien Teilen in gleicher Reihenfolge. Geringe Verzweigung.

Gyrophyllites multiradiatus, HEER von Ganey.
(HEER, Tafel XLV, Fig. 6.)

Gyrophyllites Theobaldi, HEER von Ganey.
(HEER S. 120, Tafel XLV, Fig. 2.)

Conferrites alpinus, HEER.
(HEER S. 103, Tafel XLIV, Fig. 1a und 26.)

Phycopsis arbuscula, FISCHER-OOSTER spec. vom Gleckkamm.

Phycopsis expansa, Enderlinweg am Aufstieg zur Hütte Bärgün im Falknis.

Phycopsis intricata, BR. } Enderlinweg im Glecktobel.
Phycopsis affinis, ST. }

Letztere hat eine Astdicke von 2—3 mm. Zwei Exemplare dieser Species von Ganey zeigen Astdicken von 8 mm.

Fucoides spec. von Ganey.

Glatte, breite, unverzweigte, aus Kohlensubstanz bestehende Alge.

An Wurmspuren und ähnlichen Fährten:

Theobaldia spec. Ganey.

Cylindrites spec. Ganey.

Helminthopsis magna, HEER massenhaft bei Ganey.

Helminthoïdea crassa, SCHAFHÄUTL vom Gandawald bei Seewis, Gleck, Ganey und Goldrosenhütte am Lünereckgrat.

Palaeodictyon tectum, HEER vom Gleckkamm.

? Genus novum, eine Form von lepidodendronartigem Habitus (Tafel VII, Fig. 1). Dieses interessante Exemplar stammt von Ganey.

Die Verbreitung des Tertiärflysches (vermutlich Oligocän) steht im Zusammenhange mit seiner stratigraphischen Stellung und der Tektonik. Er bildet als jüngste Formation den Abschluss der ganzen Schichtenfolge helvetischer Facies. In derselben Weise, wie sich die Verbreitung der helvetischen Facies eng an die tektonischen Linien der Glarnerbogenfalte[1] anschliesst, sehen wir den oligocänen Flysch in konzentrischem Bogen aus dem Gebiet zwischen Säntis und Kurfirsten ins Lichtensteinische und von dort unter dem Falknis durch ins Bündnerland ziehen. Nur die Breite des Streifens ist verschieden. Im Gebiet des Prättigau hat er sich durch starke Fluss-

[1] Cfr. LORENZ, Monographie des Fläscherberges 1900, S. 51.

erosion von der drückenden Last der rhätischen[1] Ueberschiebungsmasse befreit. Er bildet hier das grosse Bündnerschiefergebiet, das nur durch einen schmalen Streifen mit dem Flysch des Lichtensteinischen in Verbindung steht. Sowohl von Nordwesten als auch von Südosten aus verschmälern sich die grossen Flyschflächen und laufen unter dem Falknis aus. Nur auf eine Entfernung von etwa 2 km sehen wir den Flysch durch Bergschutt verdeckt[2].

Auch schon die tektonische Bedeutung des oligocänen Flysches als Basis der grossen rhätischen Ueberschiebung lassen seine Verbreitung ahnen. Die tektonische Rolle, die er spielt, giebt uns einen Anhalt für die Verbreitung desselben gegenüber den habituell ähnlichen Algäuschichten.

Im Norden des Prättigau sehen wir den Flysch am Rhätikon abbrechen. In dem nördlich gelegenen Triasgebiete Vorarlbergs ist bis heute noch kein Tertiärflysch nachgewiesen. Dort, wo der Flysch streifenartig ins Trias-Juragebiet Vorarlbergs eingreift (nördlich der Kirchlispitzen, Sulzfluh, Drusenfluh), behält er seine Rolle als überschobener Teil stets bei. Die Ueberschiebungsdecke ist hier geborsten und durch Erosion in Teile zerlegt, zwischen denen als Unterlage der oligocäne Flysch hervorschaut. — Rothpletz[3] will jetzt in den Triasketten Vorarlbergs Flysch in grosser Verbreitung gefunden haben. Er stützt sich dabei auf Algenfunde und ist in dem Glauben, diese seien hinreichend, um das tertiäre Alter von flyschartigen Schiefern zu beweisen.

Es ist mir gelungen, den Nachweis zu liefern, dass diese Annahme haltlos ist. Algen können niemals den Anspruch auf die Bedeutung von Leitformen machen. Welches Unheil diese Irrlehre bei der Entwirrung der bündnerischen Geologie verursacht hat, ist mir jetzt klar. Ich habe erkannt, dass im Gebiet des Falknis ein grosser Teil von in petrographischem Sinne typischem Flysch der unteren Kreide angehört. Dieser Nachweis ist gestützt auf Leitfossilien der unteren Kreide. In diesen flyschartigen Schichten habe ich eine Algenvergesellschaftung angetroffen, wie wir sie bis dato für tertiäre Schichten bezeichnend hielten[4].

[1] Im tektonischen Teil komme ich des näheren noch darauf zu sprechen.

[2] Ein Blick auf die geol. Karte überzeugt uns, dass ein durch Bergschutt verdeckter Zusammenhang des Flysch unter dem Falknis besteht.

[3] A. Rothpletz, Geologische Alpenforschungen 1900, S. 52.

[4] Ich komme bei der Besprechung der unteren Kreide darauf zurück.

Obere Kreide.

Dieser Schichtenkomplex ist als einheitliche Gesteinsfolge ausgebildet. Jeder Versuch der Gliederung erwies sich als aussichtslos. Der Gesteinscharakter ist folgender. Es ist ein vorwiegend dichter, mehr oder weniger dünnschiefriger Kalk von hellgrauer Grundfarbe. Wolkenartig durchzieht das Gestein eine Grün- (*FeO*) oder Rot- (Fe_2O_3) Färbung. Letztere wurde die Veranlassung, diesem ganzen Komplex bunter Kalkschiefer die Bezeichnung Couches rouges beizulegen. Als solche sind sie in der Alpengeologie gegenwärtig bekannt.

An makroskopischen Einschlüssen habe ich ausser Algen grosse und kleine Bruchstücke von Inoceramen, verdrückte Belemniten und einen wohlerhaltenen Belemniten gefunden, der das einzige, vollständig erhaltene Fossil dieser Schichten aus dem Rhätikon darstellt. Ich halte es für ein Jugendexemplar von *Belemnitella mucronata,* SCHLOTHEIM[1]; doch ist die Bestimmung nicht sicher.

Dieser spärlichen Makrofauna steht eine reiche und wohlcharakterisierte Mikrofauna gegenüber. Das massenhafte Auftreten von Protozoën ist für die Couches rouges geradezu bezeichnend.

Die Verteilung der Protozoën nach Arten und nach der Häufigkeit ihres Auftretens ist nicht gleichmässig. Genauere von mir angestellte Untersuchungen haben zu keinem stratigraphisch verwertbaren Ergebnis geführt. Die von mir eingeschlagene Untersuchungsmethode, die Gehäuse im Schliff zu untersuchen, bietet für eine sichere generische und spezifische Bestimmung ausserordentliche Schwierigkeiten. Besonders fühlbar macht sich der Mangel einer palaeontologischen Vorarbeit. Ich habe nachstehend den Versuch gemacht, einige Formen zu fixieren:

Globigerina bulloides, D'ORBIGNY.

Eine genaue Beschreibung findet man bei BRADY[2]. Sie ist bezeichnet durch eine geringe Anzahl von Kammern, die rasch an Grösse zunehmen und spiral angeordnet sind. Bei QUEREAU findet man ein Photogramm von ihr[3].

---

[1] SCHLÜTER (Palaeontographica Band XXIV, Tafel LV, Fig. 3) bildet solche Formen ab.

[2] BRADY, Challenger Reports, Foraminifera pl. LXXIX p. 594.

[3] QUEREAU, Die Klippenregion von Iberg 1893. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, XXXI Lief.

Globigerina cretacea, d'Orbigny.

Neigung zur cyklischen Aufrollung der Kammern. Die Kammern sind sehr zahlreich (12) und nehmen an Grösse langsam zu. Dieses sind die praktisch gut verwertbaren Unterschiede gegenüber *Globigerina bulloides*, d'Orbigny. Eine detaillierte Beschreibung findet sich bei Brady pl. LXXXII, Fig. 11, p. 596.

Orbulina universa, d'Orbigny.

Einkammerige, grobporöse Formen, die zuweilen im Innern kleinere Kammern erkennen lassen. Ich glaube mit Schlumberger[1], dass hier selbständige Formen vorliegen, die nicht mit losgelösten Kammern von Globigerinen zu verwechseln sind. Im letzteren Falle sieht man oft zwei runde, verschieden grosse Kammern bei einander, die sich nicht umschliessen, sondern nur berühren. — Zwei gleich grosse Kammern sind Querschnitte von Textularien.

Globigerina linnaeana, d'Orbigny.

Hiermit ist *Pulvinulina bicarinata*, Quereau[2] identisch. Schon Hantken hat, freilich an einer schwer auffindbaren Stelle (die Clavulina Szabói-Schichten im Gebiete der Euganeen u. s. w. — Math. u. naturw. Berichte a. Ungarn, 2, 1884, 137—141, t. 4) darauf hingewiesen, dass die eckigen Querschnitte der rotaliaartigen Foraminifere, die so massenhaft in der Scaglia verbreitet ist, wohl zu *Discorbina canaliculata*, Reuss gehören; ich schliesse mich dieser Auffassung an. Da nun nach Brady (l. c. 598) *Discorbina canaliculata* mit der lebenden *Globigerina linnaeana*, d'Orbigny vereinigt werden muss, so hat dieser Name als der älteste Verwendung zu finden.

Hinsichtlich der Globigerinen habe ich die Beobachtung gemacht, dass in einzelnen Schliffen nur kleine, in anderen ausschliesslich nur grosse vorkommen. Der Grössenunterschied liegt hiernach nicht im Alter, sondern ich möchte den Grund hierfür darin sehen, dass die kleinen Individuen Oberflächenformen — Plankton — darstellten und die grossen vornehmlich auf dem Meeresboden lebten.

Discorbina pertusa, Marsson[3].

Ich glaube, dass ein guter Teil der Nonioninen, die als solche aus der oberen Kreide der Schweiz beschrieben sind, zur Gattung

[1] Schlumberger, Comptes rendus de l'académie des sciences. Paris 1884.

[2] Ibid. taf. V, fig. 3.

[3] Marsson, Foraminiferen der weissen Schreibkreide der Insel Rügen. Mitth. nat. Ver. Neu-Vorp. u. Rügen 10, 1878, Tafel IV, Fig. 35a und c.

Discorbina gehören dürfte. Rotalinenähnliche Foraminiferen wurden bisher gewohnheitsmässig nach HEER[1] als Nonioninen bestimmt. Nonioninen haben aber eine deutliche innere Kammerverbindung, die ich bei den meisten Längsschnitten vermisste. — Vorliegende Formen zeichnen sich vielmehr durch folgende gut beobachtbare Eigenschaften aus. Zwölf Kammern kommen etwa auf den letzten Umgang. Die Septen zeigen kein Kanalsystem, daher ist die Gattung *Rotalia* ausgeschlossen. Der Aussenrand des Gehäuses ist gerundet und ohne Einschnürungen. Das Gehäuse ist wenig ungleichseitig aufgebaut.

MARSSON sagt von dieser Species, dass sie in der Kreide von Rügen selten ist[2]. Massenhaft fand ich diese Species in der Kreide von Jütland, in der Mucronatenkreide von Vordorf bei Braunschweig und von Woltorf bei Peine. Häufig ist auch ihr Auftreten in den Seewenschichten (obere Kreide der helvetischen Facies) bei Oberstdorf im Algäu, spärlich in den Couches rouges am Plasteikopf im Rhätikon.

Textularia spec.

Diese Gattung ist in der oberen Kreide sowohl des Rhätikon wie auch der ganzen Schweizer Alpen gleich verbreitet. Sie ist stets leicht zu erkennen. Auffällig ist auch hier wie bei den Globigerinen der Grössenunterschied. Man hüte sich bei einem bestimmten Längsschnitt, durch den nur eine Kammerreihe angeschnitten ist, etwa an Nodosarien zu denken. Ebenso vermeide man den erheblichen Fehler, Querschnitte für selbständige Formen zu halten, wie man sie früher mit dem Namen *Oligostegina laevigata,* KAUFMANN belegte.

Radiolarien.

Die Schliffe von Couches rouges aus dem Rhätikon zeigen keine unzweifelhaften Vorkommnisse von Radiolarien. Um so sicherer sind die Ergebnisse meiner Untersuchungen[3] an Material aus dem Klippengebiet bei Iberg und aus den Freiburger Alpen. Massenhaft sind die Radiolarien in den Couches rouges der Gr. Mythe

[1] HEER, Urwelt der Schweiz.

[2] Mit Exemplaren von der Grösse, wie sie bei MARSSON abgebildet sind, mag die Seltenheit des Auftretens verbunden sein. Aber solche von der geringeren Grösse, wie wir sie hier haben, entgehen leicht beim Schlämmen und erscheinen uns dadurch selten.

[3] Es sei mir gestattet, einen kleinen Beitrag zur Kenntnis der Mikrofauna in den Couches rouges zu liefern, obgleich diese Mitteilung nicht ganz in den Rahmen meiner Aufgabe fällt.

bei Schwyz. In denselben Schichten vom Roggenstock bei Iberg fand ich deutliche Vertreter aus der Familie der Lithocampiden. Höchst wahrscheinlich eine *Dictiomitra* spec. Im Längsschnitt spitzkegelförmig mit 6—8 Einschnürungen. Grösste Breite 0,10 mm; Höhe 0,18 mm. — Radiolarien aus der Familie der Sphäriden begegnete ich in grösserer Menge in Schliffen aus den Couches rouges von Hautaudon bei Montreux, les Ruvines sur Roche (préalpes vaud.), Col d'Ayerne (Vaud), Roches de Trévéneusaz sur Monthey, Crêtet (Bas-Valais), les Rayes sur Rougemont (préalpes vaud.), sous Miex sur Voudry (Bas-Valais). Ausserdem fand ich Radiolarien in den Seewenschichten (obere Kreide der helvetischen Facies) bei Balzers im Fürstentum Lichtenstein und bei Iberg.

Diese häufige Vergesellschaftung von Radiolarien und Foraminiferen in der oberen Kreide der Alpen ist eine Beobachtung, die meines Wissens in der Litteratur[1] noch nicht bekannt ist. Nur Hantken hat (l. c.) diese Erscheinung für die Scaglia registriert.

Die Verteilung der Mikrofauna in den Couches rouges vom Chablais bis zum Algäu.

Für folgenden Nachweis standen mir viele Schliffe zur Verfügung aus dem Chablais, den Freiburger Alpen, den Giswyler- und Ibergerklippen, vom Mythen, aus dem Rhätikon und von Liebenstein im Algäu; das Material ist von Steinmann, Quereau und mir gesammelt. Das Ergebnis meiner Untersuchungen ist in Kürze folgendes:

Die Couches rouges des Rhätikon sind verhältnismässig foraminiferenarm im Vergleich mit denen aus den Giswylerstöcken und Freiburger Alpen. In den meisten Schliffen findet man in beschränkter Menge und in sehr schlechter Erhaltung *Globigerina bulloides, Globigerina cretacea, Globigerina linnaeana* und Textularien. Die Couches rouges an den Kirchlispitzen zeigten in einigen Schliffen vorherrschend *Globigerina bulloides*, d'Orbigny. Am Plasteikopf im Lichtensteinischen fand ich ein Exemplar von *Discorbina pertusa*, Marsson.

Im Chablais und in den Freiburger Alpen überwiegt entschieden *Globigerina bulloides*, d'Orbigny. Stellenweise allerdings übernimmt ausschliesslich *Globigerina linnaeana*, d'Orbigny die Herrschaft. So

[1] Herr Dr. Hugi aus Bern teilte uns jüngst zuerst einen Radiolarienfund aus den Couches rouges von Guillermine mit (vgl. Hugi, Klippenregion von Giswyl, 1900, S. 53).

z. B. an der Dent d'Oche (Chablais) und bei Yorine (préalpes vaud.). In den Giswylerklippen halten sich *Globigerina cretacea* und *Globigerina linnaeana*, D'ORBIGNY (= *Pulvinulina tricarinata*, QUEREAU) das Gleichgewicht[1].

Am Roggenstock bei Iberg: *Globigerina linnaeana*, D'ORBIGNY und *Globigerina cretacea*, D'ORBIGNY in gleicher Menge. Dagegen tritt *Globigerina bulloides*, D'ORBIGNY — im Gegensatz zum Chablais und zu den Freiburger Alpen — ganz zurück. Von der Gr. Mythe bei Schwyz habe ich Schliffe, die ganz und gar erfüllt sind von *Globigerina linnaeana*, D'ORBIGNY. Die Fauna der Röthifluh zeigt eine ziemlich bunte Verteilung. Einige Schliffe führen vorherrschend *Globigerina bulloides*, andere *Globigerina cretacea*. Etliche zeigen wieder *Globigerina linnaeana* und *Globigerina cretacea* in gleicher Menge neben einander. Auch die Couches rouges von Liebenstein im Algäu führen *Globigerina bulloides, cretacea, linnaeana* und Textularien in buntem Durcheinander.

Diese Beispiele zeigen zur Genüge, wie wechselvoll die Verbreitung der Arten ist, und dass ein Nachforschen nach einer gewissen planmässigen Verteilung wenig Aussicht auf Erfolg bietet.

Das Alter der Couches rouges.

Die Thatsache, dass die Couches rouges im westlichen Rhätikon in normalem, ungestörtem Profile auftreten und Schichten überlagern, deren Alter — Urgo-Aptien — durch Leitfossilien unstrittig erwiesen ist, ermöglicht uns eine annähernd richtige Altersbestimmung: Wir dürfen nunmehr die Couches rouges mit Recht für Ablagerungen der oberen Kreide ansehen. Wie weit die Couches rouges in die obere Kreide hinaufgehen und mit welchem Horizont sie einsetzen, vermag ich heute noch nicht zu entscheiden.

ROTHPLETZ hält noch in seiner jüngst erschienenen Arbeit[2] die Couches rouges für unteres Tithon, da er einerseits die Tektonik jener Gegend nicht verstanden und andererseits die stratigraphischen Schwierigkeiten nicht zu überwinden vermocht hat.

GILLIÉRON[3] hielt die Couches rouges in den Freiburger Alpen schon vor 16 Jahren ganz richtig für obere Kreide. Er konstatierte,

[1] HUGI kommt in seiner letzten Arbeit (Klippenregion von Giswyl 1900) zu derselben Ansicht.

[2] ROTHPLETZ, Geologische Alpenforschungen 1900 S. 50.

[3] V. GILLIÉRON, Description géol. des Territoires de Vaud, Fribourg et Bern, 1885.

dass sie teils auf Neocom, teils auf Jura[1] aufliegen. Er erwähnt als Fossilfunde aus den Couches rouges des *Massive du Niremont Cardiaster* spec., *Micraster* spec., *Inoceramus* spec., die Loriol für zweifellose Oberkreidefossilien erklärte.

Auch Schardt[2] zweifelte nicht am obercretacischen Alter der Couches rouges. Ebenso sprachen sich Haug, Tobler, Hugi neuerdings in diesem Sinne aus.

Theobald[3] hielt sie für Lias. Doch nimmt dies nicht wunder zu einer Zeit, wo man noch nicht so viel das Mikroskop gebrauchte wie heute.

Quereau[4] hielt dagegen die Couches rouges für Tithon. Es ist dies einer der wenigen Fehlgriffe in seiner sonst so rühmenswerten Arbeit. Die direkte Ueberlagerung von echtem Tithon durch die Couches rouges und das Vorkommnis bei Liebenstein im Algäu, das der beste Kenner der bayerischen Geologie seiner Zeit für Jura hielt, waren für ihn bestimmend, die Couches rouges für jurassisch zu erklären. Herr Professor Steinmann, welcher die makroskopischen Reste der Couches rouges aus der Ooster'schen Sammlung in Bern revidiert hat, fand, wie er mir gefälligst mitteilt, darin folgende Arten:

Cardiaster (Stegaster) Giellëroni d. Lor. = *Collyrites capistrata*, Ooster.
Cardiaster cfr. subtrigonatus (Cat.) d. Lor. = *Collyrites Friburgensis*, Ooster.
Terebratulina striata, Wahl., spec.
Ostrea cfr. laciniata, d'Orbigny.
Ostrea cfr. acutirostris Nils. (Ooster, Taf. I, Fig. 6.)
Inoceramus cfr. Brogniarti, Sow.

Diese Formen würden auf Turon und Senon deuten.

Im Rhätikon finden wir die obere Kreide in zweifacher Ausbildung. Einmal haben wir sie als Couches rouges kennen gelernt. Diese Ausbildung gehört einer Facies an, die wir die vindi-

[1] Ich habe mich in den Freiburger Alpen davon überzeugen können (an der Burgfluh bei Wimmis). Trotzdem sieht man ungeachtet aller Konkordanz an der korrodierten Oberfläche des grauen Tithonkalkes eine Unterbrechung der Sedimentation, so dass mir der Gedanke an ein tithonisches Alter der Couches rouges stets fern lag.

[2] Favre und Schardt, Beiträge zur geol. Karte der Schweiz Bd. XXII, 1887, S. 172.

[3] Theobald, Geol. Beschreibung von Graubünden 1864.

[4] Quereau, Klippenregion von Iberg 1893, S. 85—92.

licische[1] nennen. Wir kennen die obere Kreide aber auch in einer Form, die uns aus den Schweizer Alpen als sogenannte Seewenschichten bekannt ist.

Schon makroskopisch sind die Seewenschichten als schüttige, in der Verwitterung hellleuchtende Mergelschiefer gut kenntlich. Mikroskopisch sind sie durch eine Foraminifere charakterisiert, die in diesen Schichten eine allgemeine Verbreitung hat. In folgendem gebe ich eine Beschreibung dieser stratigraphisch wichtigen Form.

Pithonella ovalis, KAUFMANN spec.

Tafel IX, Fig. 2.

πίθος = Tönnchen

Syn.: *Lagena ovalis*, KAUFMANN } HEER, Urwelt der Schweiz
Lagena sphaerica, „ } S. 215 und 216.

Alle Autoren, die dieser Foraminifere Erwähnung gethan haben, begingen den Irrtum, verschiedene Schnitte dieser einen Form für zwei Species anzusehen. Der Längsschnitt wurde für *Lagena ovalis*, KAUFMANN gehalten, und den Querschnitt pflegte man gewohnheitsmässig *Lagena sphaerica*, KAUFMANN zu nennen. Eine aufmerksame Durchsicht vieler Schliffe erwies bald den begangenen Fehler. Es liegt nämlich nur eine Form vor, die in den verschiedenen Schnitten ein wechselndes Aussehen bietet.

Sie hat die Gestalt einer beiderseitig geöffneten Tonne. Die Dicke der Wand und die Bauchigkeit der Tonnenform spielt in verhältnismässig weiten Grenzen. Ich beobachtete zwei Varietäten. Die eine ist eine langgestreckte Tonne, die andere ist sehr bauchig. Die zweiseitige, weite Oeffnung ist ein Merkmal, das dem Lagenentypus fremd ist. Mit Widerwillen sieht man verschiedene Autoren solche zweiseitig offenen Formen unter den Lagenen anführen. Nach meinem Dafürhalten liegt hier eine neue Gattung vor, die sich von *Lagena* wesentlich entfernt. Zu dieser neuen Gattung sind vielleicht zu rechnen *Lagena distoma* (BRADY pl. LVIII, Fig. 11—15, S. 461) und *Lagena gracillima* (BRADY pl. LVI, Fig. 19—28, S. 456). Auch gehört wohl *Lagena ulmensis*, GÜMBEL dahin. (Sitzungsberichte der bayer. Akad. d. Wissenschaften.) GÜMBEL hielt diese Gebilde für eventuelle Bruchstücke von Nodosarien. Doch ist diese Annahme sehr unwahrscheinlich, da man selten Nodosarien in diesen Schichten antrifft bei massenhaftem Vorhandensein dieser tonnen-

[1] Es muss hier gestattet sein, diesen Begriff vorderhand ohne nähere Darlegung einzuführen. Nachher werde ich den Inhalt dieser Bezeichnung eingehend mitteilen.

förmigen Gattung. In Schichten mit zweifellosen Nodosarien fehlt diese spezifische Form ganz.

Es handelt sich hier entschieden um eine neue, distinkte Gattung. Ich belege sie nicht mit dem Gattungsnamen *Amphorina*, den Costa und Seguenza[1] bereits angewendet haben, da es mir nicht ausgeschlossen zu sein scheint, dass darunter echte *Lagenen* verstanden wurden. Den Speciesnamen *ovalis*, den Kaufmann angewendet hat, will ich beibehalten.

Heer vergleicht *Pithonella* (früher *Lagena*) *ovalis* mit *Miliola orum*, Ehrenberg. Letztere hat jedoch eine viel zu kleine Oeffnung, als dass eine Identifizierung berechtigt wäre.

Die Vermutung von Prof. Jones, dass *Pithonella ovalis* ein Bruchstück einer grösseren Foraminifere darstelle, ist deshalb wenig wahrscheinlich, weil man neben den vermeintlichen Fragmenten niemals das ganze Gehäuse oder auch nur einen grösseren Teil derselben gefunden hat.

Während diese Foraminifere in den Seewenschichten (obere Kreide der helvetischen Facies) ausserordentlich verbreitet ist, ist sie in den Couches rouges fast ganz unbekannt[2].

Unterschied zwischen Couches rouges und Seewenschichten.

Schon dem äusseren Habitus nach wird man diese beiden vermutlich zum grossen Teil gleichaltrigen Faciesbildungen der oberen Kreide leicht auseinander halten. Die Seewenschichten erscheinen mir mergeliger und daher an der verwitterten Oberfläche schüttiger. Die Couches rouges sind kalkiger und fester. Mikroskopisch ist als Regel *Pithonella ovalis* in den Seewenschichten zu finden. Die oben beschriebenen Foraminiferen finden sich auch alle darin. Das massenhafte Vorherrschen[3] irgend einer Gattung, wie man es oft in den Couches rouges findet, ist den Seewenschichten fremd. Wenn dies auch thatsächliche Unterschiede sind, so kommen lokal zuweilen Abweichungen vor. So fand ich *Pithonella ovalis*, das Leitfossil für die Seewenschichten, als seltene Ausnahme in den Couches rouges der Gr. Mythe bei Schwyz. Bei Balzers im Fürstentum Lichtenstein tauchen am Ausgang des Wildhaustobel aus dem

[1] Seguenza, For. monotal. mioc. Messina 1862.

[2] Unter einer grossen Zahl von Couches rouges-Schliffen fand ich nur in einem von der Gr. Mythe bei Schwyz einige Exemplare von *Pithonella ovalis*.

[3] Diese Beobachtung machte auch Quereau schon (ibid. S. 90).

Oligocänflysch typische, unverkennbare Seewenschichten hervor, in denen man keine Spur von *Pithonella ovalis* findet. Der homogene Kalk mit den vielen parallelen Kalkspatadern und der spärlichen indifferenten Mikrofauna machen durchaus den Eindruck, den man von echten Seewenschichten her im mikroskopischen Bilde gewohnt ist. Doch sind dies Ausnahmen, in denen beim Versagen irgend eines Merkmales ein anderes uns noch stets die richtige Diagnose ermöglicht.

Untere Kreide.

Dieses Formationsglied ist in petrographischer Hinsicht ein echter Flysch. Braune, eisenschüttige Sandsteine, bezw. sandige Kalke, graue Kalke in Bänken mit braunen Hornsteinlagen, glaukonitische Quarzite, braune, schwarze, grüne algenreiche Mergel-Kalkschiefer und feinbrockige Breccien. Bei flüchtiger Betrachtung hat diese Gesteinsserie eine weitgehende, nicht unterscheidbare Aehnlichkeit mit oligocänem Flysch und liasischen Algäuschichten. Diese leicht irreführende Maske ist schuld daran, dass diese Schichten bis auf den heutigen Tag verkannt worden sind und dadurch ein genaues Verständnis der Tektonik jener Gegend unmöglich machten. In der mannigfachen Gesteinsfolge ist ein Horizont, der uns ein absolut sicheres Erkennen dieser Schichten erlaubt. Es ist dies eine polygene Breccie mit einer wohl charakterisierten Mikrofauna und -flora. Ich nenne sie nach der Felsschwelle „Tristel" im Hochthal Ïes, wo ich zuerst diese glückliche Entdeckung machte.

Tristelbreccie. Die Grundmasse ist ein spätiger, oolithischer, teils fein-, teils grob-brecciöser, feinkörniger, dunkler Kalk von grauer Verwitterungsfarbe. Bei Tristel ist die Breccie sehr fein. Man erkennt dort als vorherrschend triasische Dolomite. Nach Westen gegen die hintere Grauspitze zu wird die Breccie gröber. Die Komponenten erreichen das grösste Mass von 1—3 ccm. Unter den triasischen Dolomiten und Kalken erkennt man einen dunklen, grünschwarzen, sehr bituminösen, feldspathaltigen Schiefer. In gleicher Menge findet man einen lichtbraunen, rötlichen oder weissen feinkörnigen Glimmersandstein, bezw. Quarzit und einen hellgrünen Sericitschiefer, der im Mikroskop neben Quarz viel Feldspat zeigt. Untergeordnet gesellt sich dazu ein sericitischer, pechschwarzer Thonschiefer.

In der Breccie finden sich als einzige makroskopische Fossilien Belemniten. Im Hochthal von Ïes fand ich viele unbestimmbare Bruchstücke, unterhalb der Hinteren Grauspitz sammelte ich in

braunem Sandkalkschiefer zwei gut erhaltene Exemplare von *Belemnites subfusiformis*, Rasp.

Mikroskopisch birgt die Tristelbreccie eine Fülle des Interessanten. *Orbitolina lenticularis*, Blb., *Lituola* spec., eine neue Siphoneengattung, Milioliden, Textularien und Bryozoen in grosser Menge habe ich darin nachweisen können. Die Verbreitung von *Orbitolina lenticularis*, Bl. ist in diesem Horizont des Rhätikon allgemein. Ueberall, wo auf der beigegebenen geologischen Karte

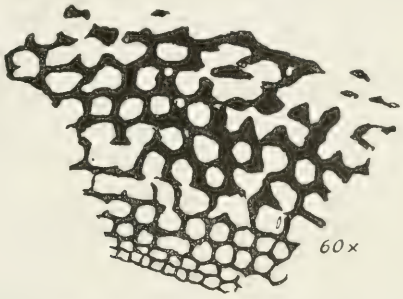


Fig. 1. *Orbitulina lenticularis*, Blb. Tristelbreccie. Rhaetikon. Horizontalschnitt durch ein Stück des Kammermantels.

die Tristelbreccie ausgezeichnet ist, geschah dies auf Grund mikroskopisch nachgewiesener Exemplare.

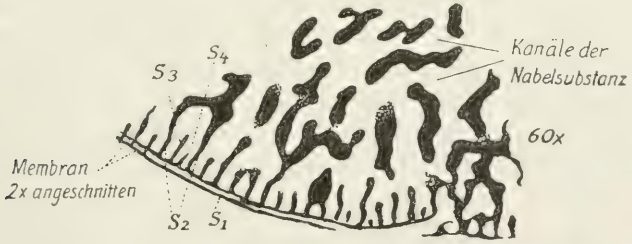


Fig. 2. Dieselbe. Etwas schräger Vertikalschnitt. Die Membran ist zweimal geschnitten. S_1—S_4 = Septen I. bis IV. Ordnung.

Die Lückenhaftigkeit unserer Kenntnis von dieser Art veranlasst mich, eine Untersuchung derselben an dem vortrefflichen Material aus dem Aptien von der Perte du Rhône vorzunehmen. Meine Beobachtungen sind folgende: Die gemessene Grösse schwankt zwischen 1 1/2—4 mm. Die Gestalt des Gehäuses ist schwach schüssel- bis tellerförmig. Die Unterseite ist durch eine Membran geschlossen, auf welcher man als einzige Skulptur konzentrische Zuwachsstreifen bemerkt. Das Gehäuse besteht der Hauptsache nach aus

agglutinierender Substanz. Die Anfangskammern sind kalkig. Aus diesem Grunde findet man an geätzten Proben die Gehäusespitze stets korrodiert. Schliffe parallel oder dicht über der Unterfläche zeigen die Kammern in cyklischer Anordnung. Die Höhe der Kammern nimmt von der Spitze bis zum Rande des Gehäuses zu. Durchschnittliches Mass der Höhe von einer Kammerwand bis an die andere: 0,06 mm. Die konzentrischen Ringe im Horizontalschliffe sind Kammerwände erster Ordnung. Diese werden senkrecht von radial verlaufenden Septen zweiter bis vierter Ordnung in Unterkämmerchen geteilt, die sich besonders gut in Vertikalschnitten beobachten lassen. Die verschiedene Länge der Septen lässt uns nicht im Zweifel über den Grad ihrer Werte. Fig. 2 zeigt uns ein solches Bild von *Orbitolina lenticularis*, BLB. aus der Tristelbreccie des Rhätikon. Wenn hier auch eine Verschiedenartigkeit der Kammerwände augenscheinlich ist, so vermisst man doch eine Regelmässigkeit in ihrer Anordnung. Das Vorhandensein einer deutlichen, gegen die Nabelsubstanz scharf begrenzten Kammerlage (im Vertikalschnitt) ist abhängig von dem Grad der Erhaltung. In allen diesen Eigenschaften stimmt diese Form aus der Tristelbreccie völlig überein mit *Orbitolina lenticularis* von der Perte du Rhône.

Da *Orbitolina lenticularis* als Leitfossil für das Urgoaptien universelle Verbreitung besitzt — wir kennen sie von der Schweiz, Frankreich, Spanien, Nordafrika u. s. w. —, so dürfte das untercretacische Alter der Tristelbreccie über jeden Zweifel sicher sein. Die Brecciennatur der Kalke, in denen dieses Leitfossil verbreitet ist, schliesst schon von vornherein aus, dass wir im Rhätikon tadellose Präparate erwarten dürfen. Man findet sie nur zufällig in Schliffen und in mässig gutem Zustande.

Das Auftreten von Orbitolinen in Breccien erinnert sogleich an die Cenomanvorkommnisse der bayerischen Alpen. Daher ist hier die Frage nach dem Unterschied von *Orbitolina lenticularis*, BLB. (Leitfossil für das Urgoaptien) und *Orbitolina concava*, LMK. (als Leitfossil für das Cenoman bekannt) sehr am Platze.

Nach MARTIN[1] fehlt der *Orbitolina lenticularis*, BLB. sowohl ein deutlicher Kammermantel, der sich gegen die Nabelsubstanz scharf abhebt, als auch die für *Orbitolina concava*, LMK. charakteristische Nebenkammerung. Dieser Unterschied scheint mir nach meinen Beobachtungen nicht ganz zutreffend.

[1] MARTIN, Untersuchungen über den Bau von Orbitolinen aus Borneo. — Samml. des geol. R.-Mus. in Leiden. Serie I Bd. IV.

Ich habe an reichen Proben von der Perte du Rhône genau feststellen können, dass an gut erhaltenen Exemplaren eine deutliche Grenze zwischen Nabelsubstanz und Kammerlage ebenso häufig ist wie das Umgekehrte an schlechten Stücken. Die Abgrenzung des Kammermantels gegen die innere Nabelsubstanz ist kein spezifisches Merkmal, sondern nur die Folgeerscheinung verschiedener Konservierung. Ebenso ist der Mangel an Nebenkämmerchen kein Charakteristikum für *Orbitolina lenticularis*. Fig. 2 (S. 16) zeigt uns eine unzweifelhafte Nebenkammerung bei *Orbitolina lenticularis* aus dem Rhätikon.

Vielmehr scheint mir der höhere Grad der Kammerteilung, die zu einer komplizierten Septenverästelung führt, ein Erkennungsmerkmal für *Orbitolina concava*, Lmk. zu sein. Ebenso dürfte die bedeutende Grösse von *Orbitolina concava*, die vielleicht in Wechselbeziehung mit dem inneren komplizierteren Bau steht, sehr charakteristisch und auch praktisch verwertbar sein. In den Cenomanmergeln vom Einbachgraben bei Fischbach (Innthal) finden sich nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Dr. Pompeckj Exemplare von *Orbitolina concava*, die 26 mm und darüber gross sind. Solche Dimensionen nimmt meines Wissens *Orbitolina lenticularis*, Blb. niemals an.

Wir haben also festgestellt, dass zwischen *Orbitolina lenticularis* und *Orbitolina concava* ein nachweisbarer Unterschied besteht. Wie steht es mit der zeitlichen Verbreitung beider?

Orbitolina lenticularis, Blb. ist ausser in Schichten von Urgoaptien-Alter noch nicht nachgewiesen. *Orbitolina concava*, Lmk. findet ihre Hauptverbreitung im Cenoman. Doch berichtet Choffat [1] schon von ihrem Auftreten in zweifellosem Urgon Portugals. Dadurch ist ihre absolute Bedeutung als Leitfossil für das Cenoman hinfällig.

Ausser Textularien und unbestimmbaren Bryozoën finden sich in der Tristelbreccie nicht selten ätzbare Exemplare der Foraminiferengattung *Lituola* spec. Wegen ihrer unverwitterbaren Beschaffenheit sieht man sie oft auf der Breccienoberfläche herausgewittert. Schalensubstanz agglutinierend. Wachstum anfangs spiral, später von der Windung sich loslösend und stabartig. Die Grösse des Gehäuses beträgt nur wenige Millimeter. Die Septen sind siebartig durchbrochen.

---

[1] Choffat, Recherches sur les terrains sec. au sud du Sado. — Communic. da Com. dos trabalhos. geol. de Portugal tomo I, 1883—1887.

Besonderes Interesse dürfte das Auftreten einer diploporenartigen Siphonee in der Tristelbreccie haben. Obgleich die Natur der Erhaltung manches zu wünschen übrig lässt, so genügen zahlreiche Schliffe, um sich eine sichere Vorstellung von dieser Form zu machen. Ihre Zugehörigkeit zur Gattung *Diplopora* scheint mir auf Grund morphologischer Aehnlichkeit höchst wahrscheinlich. Da aus der Kreide eine solche Form noch nicht bekannt ist, so nenne ich sie zu Ehren meines Freundes und Kollegen Dr. MAX MÜHLBERG

Diplopora Mühlbergii nov. spec.

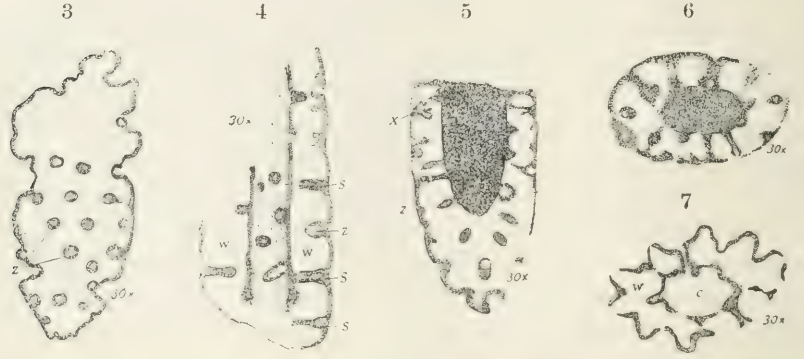


Fig. 3—7. *Diplopora Mühlbergii*, LORZ. × 30. Tristelbreccie. Rhaetikon.
Fig. 3. Tangentialschnitt. Die Kalkröhre ist aussen angefressen. Die Poren (z), den Austritt der Wirteläste I. Ordnung bedeutend, stehen im Quincunx.
Fig. 4. Längsschnitt, w = Kalkwand, s = Primäräste im Längsschnitt, z = dieselben im Querschnitt.
Fig. 5. Schräger Schnitt, oben mehr vertikal, unten mehr tangential, z = Wirteläste, bei x = unregelmässig verlaufend.
Fig. 6. Querschnitt durch eine Lage von Wirtelästen.
Fig. 7. Querschnitt. c = Axialer Hohlraum, w = Kalkwand. Zwei Wirteläste sind der Länge nach geschnitten.

Die Proben, die mir in den Schliffen zu Gesicht kamen, besitzen nur die Grösse von durchschnittlich 2 mm. Es sind schlanke, etwas gekrümmte röhrenförmige Gebilde, die sich an zwei Enden zuspitzen. Von dem hohlen Axialraum aus durchsetzen wirtelartig angeordnete Kanäle oder Aeste die Kalkwand. Die Form der Aeste variiert. Bald sind sie gerade, bald erscheinen sie in der Mitte bauchig erweitert. Meistens sind die Aeste einfach. Fig. 5 zeigt eine Andeutung von unregelmässiger Verschlingung der Primärschläuche. Von gesetzmässiger Bildung von Sekundär- oder Tertiärästen sieht man nichts. Die Wirtelastlagen liegen nicht dicht übereinander, sondern lassen ein gutes Stück Kalkwand dazwischen.

Fig. 3 zeigt auf der Aussenseite des Kalkcylinders die Durchbruchsstellen der Aeste. Die horizontalen Porenreihen entsprechen den übereinander liegenden Wirteln, deren Aeste meistens miteinander alternieren. Die Wirtel liegen an einzelnen Exemplaren gemessen 0,2 mm übereinander.

Der mangelhafte Erhaltungszustand und die nachträgliche Infiltration bereitet dem ersten Verständnis der Schliffe besondere Schwierigkeit. So erscheint der axiale Hohlraum bei Fig. 7 durchsichtig und bei Fig. 6 dunkel. Dann bemerkt man, dass die festen Kalkteile der Siphonee gegen aussen und gegen jeden Hohlraum zu verwittert sind und einen dunklen Schmutzrand hinterlassen. Dadurch nehmen Hohlräume und feste verwitterte Randteile der Dickwände dasselbe Aussehen an. Dieser komplizierte Fossilisationsprozess legt bei der Deutung der Schliffe etwas Vorsicht auf.

In den Poren des Kalkcylinders bei Fig. 3 sieht man in einem dunklen Kreis einen weissen Kern. Fasst man die dunklen Kreisteile als Kanäle auf, so müssen die hellen Punkte Kalkeinlagerungen sein, die man nun für sekundäre Kalkspatinfiltration oder für verkalkte Sporangien[1] halten kann. Oder man muss den dunklen Ring für einen Schmutzrand der hellen Kalkwand halten und die weissen Kerne für die ursprünglichen, sekundären Astlöcher[2].

Im Rhätikon finden wir diese Kalkalge in Vergesellschaftung von *Orbitolina lenticularis*, Blb. in der sogenannten Tristelbreccie. Ihr Auftreten fällt somit in die Zeit des Urgoaptien. Das Vorkommnis in einer oolithischen Brandungsbreccie (Tristelbreccie) bestätigt unsere Kenntnis, dass ihre Lebenssphäre die Zone der Gezeiten ist. Als besonders gute Fundstelle für diese Siphonee erwähne ich die feinbrockige Breccie an der Felsschwelle Tristel im Felsencirkus von Ïes.

Palaeontologisch ist dieser Fund insofern interessant, als man diploporenartige Kalkalgen in grösserer Verbreitung nur aus der Trias kennt. Aus dem Jura sind uns solche nur ganz vereinzelt bekannt. Daher ist ihr erster Nachweis aus der Kreide des Rhätikon nicht ohne Bedeutung.

---

[1] Herr Professor Steinmann hält diese Möglichkeit für ausgeschlossen, da die Sporangien nicht in frei nach aussen endigenden Hohlräumen liegen.

[2] Ich erinnere daran, dass bei Fig. 7 der axiale Hohlraum helldurchscheinend ist.

Hinsichtlich ihrer Verbreitung machte ich die Entdeckung[1], dass im Urgon der südfranzösischen Alpen (chaînes subalpines) ganz genau dieselbe Form auftritt. KILIAN hielt sie dort für eine *Munieria*, HANTKEN — von DEEKE[2] aus der Kreide des Bakony beschrieben. Diese Vermutung halte ich aber für unzutreffend. Ein genauerer Vergleich mit den Abbildungen[3] von DEEKE wird jeden davon überzeugen. Das Auftreten dieser wohl charakterisierten Kalkalge an weit entfernten Punkten in demselben[4] geologischen Niveau giebt ihr den Werth eines Leitfossils. Weitere mikroskopische Untersuchungen dieses Horizontes aus anderen Gegenden würden die Stichhaltigkeit dieser Bedeutung erweisen.

Ich wies früher bereits darauf hin, dass die untere Kreide in ihrer Gesteinszusammensetzung einen ausgesprochenen Flyschcharakter trägt. Dieser wird noch verstärkt durch einen Algenreichtum, wie man ihn sonst nur aus dem Oligocänflysch kennt. Eine genauere Untersuchung des gesammelten Algenmaterials führte zu dem überraschenden und durchaus lehrreichen Ergebnis, dass die Algenflora der unteren Kreide im wesentlichen dieselbe zu sein scheint wie die des Tertiärs. Ganz besonders gilt dies von den verbreitetsten Phycopsis-(Chondrites)-Arten, die von den meisten Alpengeologen[5] bis dato als beweiskräftige Leitfossilien angesehen werden. Als besonders charakteristisch für den Oligocänflysch galt das Zusammenauftreten von Algen mit Wurmspuren wie Palaeodictyon. Auch diese finden sich schon im Flysch der unteren Kreide.

Bei näherer Betrachtung hat diese Erscheinung auch nichts Befremdendes. Wir wissen, dass nieder organisierte Tierformen, wie Protozoën z. B., durch lange geologische Perioden hindurch keine morphologische Umwandlung erfahren. Diese Beständigkeit

---

[1] HOVELACQUE et KILIAN, Album de Microphotographies, 1900, pl. XLVI, fig. 2 et pl. XLIX, fig. 4.

[2] DEEKE, Ueber einige neue Siphoneen. Neues Jahrbuch für Min. etc. 1883, Bd. I.

[3] Die Hohlräume im Längsschnitt bei den Abbildungen von DEEKE sind nach meiner Ansicht Kalkwand. Eine Kalkalge mit solch grossen Hohlräumen wäre gar nicht erhaltungsfähig. Ich vermute, dass DEEKE das mikroskopische Bild missverstanden hat.

[4] Herr Professor KILIAN-Grenoble war so liebenswürdig, mir einen Schliff zu senden, so dass ich mich von ihrer Identität überzeugen konnte.

[5] STEINMANN, Geol. Beobachtungen in den Alpen. I. Teil, 1895. Berichte der Naturf. Gesellsch. in Freiburg i. Br., Bd. IX Heft III. ROTHPLETZ, Geol. Alpenforschungen 1900, S. 53.

der Form zeigt sich auch bei den niedrig stehenden Pflanzengattungen. Wegen der stratigraphischen Bedeutung dieser neuen Feststellung habe ich es für wert gehalten, einige Algentypen des unteren Kreideflysches abzubilden[1] (vide Tafel VII und VIII).

Algen[2] der unteren Kreide:

Phycopsis arbuscula, Fischer-Ooster	Tafel VIII, Fig. 2.
Phycopsis affinis, Sternberg	„ VIII, „ 4.
Phycopsis Targioni, Brg.	„ VIII, „ 1.
Phycopsis intricata, Brg.	nicht abgebildet.
Granularia spec.	Tafel VII, Fig. 2.
Fucoides cfr. latifrons, Heer	nicht abgebildet.
Keckia spec.	Tafel VIII, Fig. 3.
Caulerpa spec.	„ VII, „ 3.

Hierzu kommt die Wurmspur, die man mit Palaeodictyon bezeichnet.

Es ist schon seit langem ein Bedürfnis gewesen, die grosse Zahl der Algen in übersehbare Gruppen einzuteilen, um eine möglichst genaue Kenntnis ihrer Verbreitung zu erlangen. Die Wahl der Gruppennamen mit Rücksicht auf die heute lebenden Gattungen und Arten halte ich vorläufig für nicht so notwendig wie eine möglichst genaue Umgrenzung und klare Beschreibung der Formkreise. Diesem praktischen Bedürfnis hat Rothpletz durch seine Arbeit am besten gedient.

Das grosse Heer der Chondriten teilt Rothpletz in vier Gruppen, die er als Arten einer Gattung *Phycopsis* ansieht. Die Gruppierung geschieht nach der Breite der Thallusglieder und nach der Art der Verzweigung. Den ersten Gesichtspunkt halte ich für berechtigt, jedoch mit der Einschränkung, dass die vier Gruppen nicht scharf begrenzt, sondern durch breite[3] Uebergänge mit ein-

[1] Mein Kollege, Herr Dr. W. Paulcke, hatte die grosse Freundlichkeit die Photographien für mich anzufertigen, wofür ihm hier aufrichtigst zu danken ich die Gelegenheit gern benutze.

[2] Fast alle abgebildeten Exemplare (Fig. 3—7) stammen von einem Kessel zwischen Schafboden und Plasteikopf im Fürstentum Lichtenstein (siehe den Stern auf der kolorierten geol. Karte). Fig. 2 stammt von Iesfürkli.

[3] Die Bestimmungen der Algen stützen sich auf die Arbeiten von Heer, Flora fossilis Helvetiae, 1877; Maillard, Considérations sur les fossiles décrits comme Algues, 1887 und besonders auf die Algenstudie von Rothpletz, Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellschaft, 1896. Wollte man sich peinlich genau an die Masse halten, die Rothpletz für die Thallusbreite der einzelnen Arten

ander verbunden sind. Die Verzweigung ist zum Teil ausgesprochen sympodial, zum Teil deutlich dichotom. Auch in der Anwendung dieses Gruppenmerkmals darf man nicht zu genau sein, da die Verzweigung kein prinzipieller Artenunterschied ist, was jeder Algenkenner bestätigen wird. Trotz alledem halte ich den Versuch von ROTHPLETZ, die vielen willkürlichen Arten von HEER auf einige Grundformen beschränkt zu haben, für dankenswert und nützlich.

Zum Schluss möchte ich noch einige Formen hauptsächlich aus dem Flysch der unteren Kreide vom Plasteikopf kurz beschreiben.

Fucoides cfr. latifrons, HEER.
Untere Kreide von Guscha.

12 mm breite, platte, aus Kohlensubstanz bestehende Thallusglieder, die gegen die Basis sich verschmälern. Verzweigung ist sehr spärlich.

Granularia spec. (Tafel VII, Fig. 2).
Untere Kreide Plasteikopf.

Schwach verzweigte Thallusglieder mit rauher Oberfläche. Breite der Aeste 12 mm. Jüngere Aestchen 6 mm. Die Oberfläche zeigt unregelmässige, konzentrische, bogenförmige Einschnürungen. Eine grosse Aehnlichkeit zeigt *Muensteria Hoessii*, STERNB. bei HEER Tafel LXIX, Fig. 3.

Keckia spec. (Taf. VIII, Fig. 3).
Untere Kreide nördlich Plasteikopf.

Geringelte, spärlich verzweigte, gleich stark bleibende Aeste von 1,2—2,2 mm Dicke. Die Quereinschnürungen heben sich durch einen gezackten Rand ab. Die Ringe sind $^1/_2$ mm hoch.

Caulerpa spec. (Tafel VII, Fig. 3).
Untere Kreide nördlich Plasteikopf.

Das Exemplar ist 5 cm lang. Von einem geraden Strange aus zweigen sich alternierend und dicht gedrängt kurze, breite Fiedern ab. Die längste Fieder ist 4 mm gross bei einer Breite von 2 mm. Nach dieser Beschreibung möchte man an *Caulerpa Eseri*, UNG. denken. Letztere besitzt aber hakenförmig gekrümmte Fiedern.

---

festgestellt hat, so käme man oft in arge Verlegenheit. Ich habe mein ganzes Algenmaterial daraufhin genau nachgemessen. Bei der Einreihung der Uebergangsformen braucht man nicht so skrupulös zu sein, da die Gruppeneinteilung immer nur künstlich bleibt.

Gliederung der unteren Kreide. Wir wissen, dass das Hangende die Couches rouges (obere Kreide) und das Liegende zweifelloses Tithon mit Fossilien bilden. Innerhalb der einige hundert Meter betragenden Schichtenfolge erkannten wir mit Sicherheit einen Horizont — die Tristelbreccie — als sicheres Urgoaptien. Manchenorts[1] fällt ein glaukonitischer Quarzit auf, der in Bänken gelagert ist. Im Oligocänflysch habe ich ein derartiges Gestein noch niemals gesehen. Sollte dieser Horizont etwa nach Analogie mit den Glaukonitschichten der helvetischen Facies das Gault repräsentieren?

Es wäre empfehlenswert, diesem glaukonitischen Quarzit[2] in seinem Verhältnis zu der Tristelbreccie nachzugehen, um seine stratigraphische Stellung zu ergründen. Leider reichte meine Zeit nicht aus, um eine weitere Gliederung der unteren Kreide durchzuführen. Diese Aufgabe wird künftigen Forschern zufallen.

Die richtige Altersbestimmung dieser Schichten war allen Geologen, die im Rhätikon bisher arbeiteten, missglückt. v. Richthofen[3] hielt sie im Hochthal von Guscha und am Schafboden für Lias (Algäuschichten). Auch Theobald[4] hielt sie für Lias. Rothpletz[5] sieht in der flyschartigen unteren Kreide Oligocän. Wie verhängnisvoll dieser Irrtum für ihn wurde, sieht man an seinen kunstvollen, phantastischen Profilen. Jede Tektonik, die nicht auf dem Boden der sicheren Stratigraphie steht, kommt zu Fall. Diese Wahrheit bestätigt sich in vollem Umfange wieder an der vor kurzem erschienenen Arbeit von Rothpletz[6]. Langsam, aber sicher schreitet man jetzt voran, die grosse Masse flyschartiger Schiefer ihrem Alter nach zu erkennen und in die sichere Schichtenfolge einzureihen. In derselben Weise beginnt man in den französischen Alpen, den Komplex der schistes lustrées in verschiedenaltrige Schichten aufzuteilen.

---

[1] Am Schafboden und im oberen Badtobel gegen die Alphütte zu.

[2] Unter Quarzit verstehe ich Sandsteine, deren Körner makroskopisch nicht mehr wahrnehmbar sind.

[3] v. Richthofen, Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol (Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt 1859, S. 129).

[4] Theobald, Geol. Beschreibung von Graubünden 1864, S. 58 u. 71.

[5] Rothpletz, Geol. Alpenforschungen 1900, S. 22 u. 44.

[6] Es klingt wie Ironie des Schicksals, wenn man in dem Vorwort zu der letzten Arbeit von Rothpletz liest: „Verloren ist, wer ohne stratigraphische Aufklärung den Bau der Alpen entwirren will. Man kann das nicht oft und laut genug wiederholen."

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass sich in der unteren Kreide Intrusivlager von Diabasporphyrit vorfinden[1].

Jura.

Diese Formation hat zwischen der Trias Vorarlbergs und dem Oligocänflyschgebiet des Prättigau eine ziemlich grosse Verbreitung. Es ist ausschliesslich „Malm", dessen Anstehen sicher nachgewiesen ist.

THEOBALD[2] hat bei Ganey einen Ammonitenabdruck gefunden, der von *Ammonites radians* stammen könnte. Ebenso liegt im rhätischen Museum in Chur eine Lias-Terebratel, die ebenfalls dort gefunden ist. Diese Fossilfunde sprechen für Lias. Deshalb habe ich frühzeitig mein Augenmerk darauf gerichtet, dieses Formationsglied anstehend ausfindig zu machen. Da es sich um die Algäufacies des Lias handeln würde, so besuchte ich die Umgegend von Oberstdorf im Algäu, um daselbst echte Algäuschiefer kennen zu lernen. Mit diesen frischen Eindrücken versehen, durchforschte ich abermals mein Gebiet, ohne dass es mir gelang, Lias anstehend ausfindig zu machen. Da bei den Tobeln von Ganey grosse Moränenablagerungen sich vorfinden, so ist es nicht ausgeschlossen, dass die beiden Liasfossilien eventuell auf sekundärer Lagerstätte lagen und noch nicht das Anstehen von Lias beweisen.

Die grosse Verbreitung des Lias, die man bisher im südlichen Rhätikon annahm, beruhte auf einer Verwechslung des unteren Kreideflysches mit liasischen Algäuschiefern. Immerhin halte ich das Vorhandensein von Lias für nicht ausgeschlossen. Doch glaube ich auf Grund meiner Beobachtungen mit Berechtigung behaupten zu dürfen, dass Lias, sofern er überhaupt vorhanden ist, nur eine untergeordnete Rolle spielen dürfte.

Um so wichtiger wird der Malm für den Aufbau des südlichen Rhätikon. Eigentümlich ist für ihn der häufige Facieswechsel. Innerhalb des von mir bearbeiteten Gebietes begegnet man auf eine Entfernung von ca. 20 km in westöstlicher Richtung vier bezw. fünf verschiedenen Ausbildungen des Malm.

Beginnen wir mit der Beschreibung der verbreitetsten Facies. Vom Falknis im Westen bis auf die Südseite der Kirchlispitzen im Osten erstrecken sich a) ein dunkelgrauer Kalk mit Hornsteinbändern und b) eine polygene Breccie.

[1] An anderer Stelle komme ich noch darauf zurück.

[2] THEOBALD, Geol. Beschreibung von Graubünden 1864, S. 63.

a) Der graue Kalk, dünnschiefrig oder dickbankig, gleicht in seinem Aussehen dem sogenannten Hochgebirgskalk der Schweizer Alpen. Häufige schwarze oder braune Hornsteinlagen, bezw. Knauern unterscheiden ihn von dem Malmkalk der helvetischen Facies. Durch lokale Zwischenlagerung von Mergeln neigt er zu Flyschbildung[1]. Als einziges Fossil fand ich wenige unbestimmbare Belemniten.

Durch Aufnahme von Sand und Gruss krystallinischer Gesteine, sowie anderer fremder Gesteinsbrocken entsteht aus dem grauen Kalk durch allmählichen Uebergang eine polygene Breccie, die in die Litteratur als sogenannte „Falknisbreccie" eingeführt ist.

b) Sedimente und krystallinische Gesteine beteiligen sich an deren Zusammensetzung. Die Grösse der Komponenten und die Verbreitung derselben wechselt[2]. Im Fläscherthäli erreichen sie die Grösse von riesigen Blöcken, wie ich es anderweitig nicht wieder gesehen habe. Zum Teil sind sie gerundet, zum Teil eckig.

Die genauere mikroskopische Untersuchung[3] der krystallinen Bestandteile der Falknisbreccie führte zu dem Resultat, dass Gesteine vorliegen, die einem granitischen Massiv mit den dazu gehörigen Gangsteinen angehörten.

Der Granit ist fein- und grobkörnig. Die zusammensetzenden Mineralien sind Feldspat (Plagioklas neben Orthoklas), Quarz und Biotit. Die Feldspate[4] sind durch ihre grüne Färbung charakterisiert. Der Biotit ist fast durchweg völlig in Chlorit und Eisenerze zersetzt, und Neubildungen von Rutil sind nicht selten. Apatit und vor allem Zirkon in grossen Individuen sind häufig.

Die zu den Graniten gehörigen Ganggesteine kennen wir als: Granitporphyr in lamprophyrischer und aplitischer Ausbildung.

Man sieht makroskopisch und mikroskopisch neben einer Grundmasse Einsprenglinge von Feldspat, Quarz und Glimmer. Die lamprophyrischen Ganggesteine sind durch den hohen Biotitgehalt in der Grundmasse rötlichbraun gefärbt. Die normalen granitischen Gangsteine haben ebenfalls durch die gefärbten Feldspate und die reiche Chloritbildung ein grünes Aussehen.

[1] Im faciellen Sinne.

[2] Während z. B. im Fläscherthäli die krystallinen Gesteine vorherrschen, überwiegen zwischen Messhalde und Wurmhalde im Thal der Alp Vals Dolomite.

[3] Ich durfte mich hierbei der freundlichen Hülfe des Herrn Professor Dr. Gräff erfreuen, wofür ich diesem Dank schulde.

[4] Der körnige Granit mit den grünen Feldspaten hat eine weitgehende Aehnlichkeit mit dem Juliergranit.

Andere krystalline Gesteine habe ich in der Falknisbreccie des südlichen Rhätikon nicht angetroffen. TARNUZZER dagegen will Hornblendeschiefer, Gabbro, Spilit, Serpentin etc., im ganzen 29 verschiedene Gesteinsarten, in der Falknisbreccie gefunden haben. Davon konnte ich mich nicht überzeugen, obgleich ich ziemlich systematische Aufsammlungen gemacht habe. An Sedimenten fand ich triasische Kalke und Dolomite. Auf die Bildungsweise dieser Breccie möchte ich später in einem besonderen Abschnitt zurückkommen, der die verschiedenaltrigen Breccien des südlichen Rhätikon behandelt.

Eine genaue mikroskopische Untersuchung der Falknisbreccie führte mir auch eine grosse Zahl von Schliffen der Kalkgrundmasse dieser Breccie unter das Mikroskop.

Ich bemerkte, dass der graue Kalk zum grossen Teil oolitisch[1] ist. Ausserdem fiel mir das massenhafte Auftreten einer zierlichen Foraminifere auf. Sie hat die Form eines Kruges mit deutlicher Halsbildung und weiter Oeffnung. Im Durchschnitt erscheint sie als Ring von ca. 0,07 mm Durchmesser. Im Längsschnitt kommt ihre charakteristische Krugform zur Geltung. Die Länge des Gehäuses beträgt ungefähr 0,09 mm. Die Kalkschale ist sehr feinporös.

Eine gewisse Aehnlichkeit liegt mit der Gattung *Lagena* vor. Doch ist eine weite Halsöffnung bei dieser nicht bekannt. In der Litteratur habe ich mich vergeblich nach Aehnlichem umgesehen. Ich nenne diese neue Gattung mit Rücksicht auf ihre Gestalt (καλπίον = Krügelchen).

Calpionella alpina, gen. et spec. auct.
Tafel IX, Fig. 1[2].

Auf der Nordostabdachung der vorderen Gleckspitze — auf der Karte über der Zahl 2344 — steht eine feine Dolomitbreccie an. Die kalkige Grundmasse derselben ist durch Gebirgsfaltung nachträglich zertrümmert. In diesen Kalktrümmern entdeckt man die zierliche Foraminifere in unzähligen Exemplaren. Ebenfalls sah

[1] Diese Beobachtung ist ein Anhaltspunkt dafür, dass die Bildungsart der Breccien in der Nähe des Ufers gelegen haben muss. Denn nur hier ist eine ausgedehnte Oolithbildung wahrscheinlich.

[2] Das Originalphotogramm nahm mein Freund, Herr Dr. K. STILLE aus Freiburg, auf. Ich danke ihm auch an dieser Stelle bestens für seine vorzüglichen Leistungen.

ich in einer feinen Dolomitbreccie des Malm am Tussberg im Fürstentum Lichtenstein diese Form in zahlreichen Proben wieder. Auch ausserhalb meines speziell behandelten Gebietes stellt sich diese gut charakterisierte Foraminifere in jurassischen Schichten ein. So fand ich sie im Aptychenkalk des Berglittensteins, jenem exotischen Klippenblock im Flysch oberhalb Grabs im Kanton St. Gallen, im Aptychenkalk beim Schlierenbach (Iberg), sowie im Châtelkalk des Gschwendtobels bei Iberg. — Ihre Verbreitung zur Jurazeit scheint sich im besonderen auf das vindelizische[1] Faciesgebiet der Klippen am Nordrand der Schweizeralpen und des Rhätikon zu erstrecken. Im Jura der helvetischen Facies habe ich sie nicht nachweisen können. Dagegen findet sie sich auf der Südseite der Alpen an der Margorabbia-Schlucht wieder und zwar in Kalken, die nach neuerdings darin gemachten Funden ebenfalls zum Tithon gehören[2].

Das Alter dieser schon seit 1839 von Escher und Studer beschriebenen Breccie war bisher noch nicht einwandsfrei erwiesen. Theobald, Heim, Steinmann und Rothpletz hielten sie für Lias, Tarnuzzer sogar für Kreide. Nunmehr ist es mir geglückt, das tithonische Alter der Falknisbreccie durch eine reiche und bezeichnende Fauna festzulegen. Ich sammelte[3] folgende Versteinerungen:

Prosopon marginatum, H. v. Meyer. Zwei gute Exemplare.
Prosopon spec.
Lima latelunulata, Böhm, häufig.
Lima Pratzi, Böhm.
Placunopsis tatrica, Zittel. Zwei Exemplare.
Spondylus globosus, Ou. spec. Drei Exemplare.
Cercomya spec.

---

[1] Dass die Schichtenfolge am Rhätikon der vindelizischen Facies angehörte, werde ich am Schluss des palaeontologischen Teiles durch einen Rückblick darzulegen versuchen.

[2] In dem von Herrn Professor Steinmann mir zur Untersuchung überlassenen Schliffe des hellen Kalks am Eingange der Olona-Schlucht ist *Calpionella alpina* häufig. Es ist dieselbe Form, welche Steinmann vorläufig als *Lagena sphaerica* und *ovalis* bezeichnet hatte. (Eclog. geol. Helvetiae, 2, 69. 1890.) Die dortigen Kalke aber, welche nach einem dürftigen Ammonitenfunde bisher als Kreide gegolten haben, sind dem Tithon zuzurechnen. Steinmann fand darin: *Lytoceras quadrisulcatum* d'Orb., *Haploceras cf. elimatum* Opp., *Rhynchonella Segestana* Gemm.

[3] Die meisten Versteinerungen stammen aus dem Fläscherthäli. Siehe den Stern auf der geologischen Karte.

Pecten spec.
Heterodiceras cfr. Luci, DEFR. Ein gutes Exemplar.
cfr. Plicatula strambergensis, BÖHM.
Trigonia spec.
Belemnites spec.
Apiocrinus
Pleurotomaria spec. Zwei Exemplare.
Cerithium spec. Bruchstück eines grossen Exemplars.
Nerineen.
Korallen, verschiedene Genera.
Pharetronen und *Stacheln* von *Hemicidaris.*

Diese Fossilliste genügt, um das Tithonalter der Breccien genügend zu begründen. Ich will nur noch darauf hinweisen, dass die fossilen Krebse *(Prosopon)* als leitende Formen im Tithon von Stramberg und auf Sizilien bekannt sind.

Die grauen Kalke mit Hornsteinschnüren und die Falknisbreccie werden lokal durch einen hellleuchtenden, grauen, dichten, stellenweise oolithischen, dolomitischen Kalk von muscheligem Bruch vertreten. Diese dolomitische Kalkfacies beginnt im Westen an der Felsschwelle bei dem trigonometrischen Punkt 1994 östlich Schamella. Oberhalb der Mess- und Wurmhalde im Thal der Alp Vals bildet sie am Gehänge eine langhinziehende Fluh. Vor allem ist die Kette der Kirchlispitzen, Drusenfluh und Sulzfluh aus ihr zusammengesetzt. Teilweise[1] sieht man das Gestein von Nerineen ganz erfüllt. Ich konnte durch Anschliff erkennen, dass Nerineen mit den Untergattungen *Itieria* und *Ptygmatis* zahlreich vertreten sind. *Nerinea Lorioli*[2], ZITTEL und *Ptygmatis pseudobruntrutana*[3], GEMELL. (beide von der Sulzfluh) konnte ich sicher bestimmen. Der Vollständigkeit halber erwähne ich noch die Fossilfunde, die ROTHPLETZ[4] aus diesen Schichten anführt:

Nerinea consobrina
Actaeonina utriculum } Plasseckenpass.
Diceras Lucii

Itieria Staszyci, ZEUSCH. var. helvetica und
Petersia granulosa, GEMELL. von der Sulzfluh.

---

[1] Siehe den Stern auf der geol. Karte bei der Wurmhalde.
[2] Im Besitz von Professor Dr. TARNUZZER-Chur.
[3] Aus der Sammlung des rhätischen Museums in Chur.
[4] ROTHPLETZ, Geol. Alpenforschungen 1900, S. 45.

Dass die hellgrauen Dolomitkalke mit Nerineen und Diceras dem Tithon angehören, ist durch Fossilfunde von Koch bereits seit fast 25 Jahren bekannt. Tarnuzzer hielt sie ehedem für Urgon. Er ist aber jetzt, wie er mir mitteilte, von dieser Auffassung zurückgekommen. Das Auftreten einer theilweise gleichen Fauna in der Falknisbreccie und in den dolomitischen Nerineenkalken bestätigt, dass hier zwei Faciesformen[1] desselben Horizonts vorhanden sind.

Als dritte Facies des Malm sind bunte Radiolarienhornsteine verbreitet. Ich fand sie auf der Südseite und auf der Nordseite der Kirchlispitzen und am Ofenpass. Teilweise sind sie von Diabasporphyrit injiciert.

Bei Davos treten dieselben Radiolarienhornsteine auf, wie ich sie in meinem Gebiet gefunden habe. Jennings und Rothpletz halten sie dort für permisch. Letzterer glaubt den Beweis dafür durch eine Anzahl von Profilen aus Bünden liefern zu können. Rothpletz hat aber die Kompliziertheit der Tektonik Bündens nicht erkannt, sonst hätte er den Versuch nicht unternommen, innerhalb der Ueberschiebungszone aus der Art der Lagerung Schlüsse auf das Alter von Schichten zu ziehen, deren stratigraphische Stellung ihm nicht bekannt ist. Im tektonischen Teil werde ich an der Hand einiger Profile zeigen, dass die Schichten aus ihrer normalen Folge bunt durcheinander geworfen sind. Permische Radiolarienhornsteine sind überhaupt nirgends einwandsfrei nachgewiesen. Das gilt im besonderen auch von den Parona'schen[2] Funden, auf welche mit Vorliebe Bezug genommen ist[3].

Am Nerrajöchl legt sich zwischen Triasschichten ein roter, stark veränderter, brecciöser Kalk mit Injektionen eines basischen

---

[1] Im Gebiet des Falknis herrscht die Facies der Falknisbreccie vor, während im Osten meines Gebietes bei den Kirchlispitzen und der Drusenfluh die dolomitische Kalkfacies überwiegt. Bei der Wurmhalde haben wir beide Ausbildungen in konkordanter Lagerung. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die räumliche Ueberlagerung dieser beiden Facies innerhalb der Ueberschiebungszone durch nachträglichen Zusammenschub bewirkt ist. Ich entsinne mich nämlich nicht, einen Uebergang zwischen beiden beobachtet zu haben.

[2] Parona e Rovereto, Diaspri permiania Radiolarie di Monte notte 1895.

[3] Herr Professor Schmidt, welcher neuerdings die fragliche Lokalität 2 km südlich von Cesana besucht hat, theilte mir darüber folgendes mit: „Wie an vielen anderen Orten (Gegend von Davos, Ligurien etc.) finden wir also bei Cesana die rothen Radiolarienhornsteine am Kontakt mit Serpentinen, dann aber, wie der zweite Aufschluss bei Cesana zeigt, auch ohne Serpentin als

Eruptivgesteins. Das Eruptivgestein ist derart zersetzt, dass man nur noch Chloritmassen erkennen kann. Unter den fremden Einschlüssen erkannte ich Dolomite und Quarzbrocken. Zum Teil ist der marmorisierte rote Kalk mergeliger und schiefriger Natur und von viel Kalkspat durchzogen.

Aus der Lagerung auf die stratigraphische Stellung dieser Schicht zu schliessen, ist bei der Tektonik jener Gegend nicht zulässig. Dieses Vorkommnis erinnert lebhaft an die roten, von basischem Eruptivgestein injicierten Kalkschiefer von der Mördergrube bei Iberg.

Diese zweifelhaften Kalke scheinen sich auch östlich meines Gebietes im Davoser Distrikt zu finden. JENNINGS[1] beschreibt von dort rote mergelige Kalke, von Serpentin und Kalkspatadern durchsetzt, die mit Radiolarienhornsteinen zusammen auftreten. Auch nördlich der Kirchlispitzen finden wir in westlicher Verlängerung dieser fraglichen roten Kalke Radiolarienhornsteine, so dass mir ihre angenähert zeitliche Zusammengehörigkeit wahrscheinlich dünkt. Ich neige dazu, diese brecciösen, von basischem Eruptivgestein injicierten Kalk- und Mergelschiefer einige Meter nördlich des Nerrajöchl für jurassisch[2] anzusehen. Bestätigt sich das jurassische Alter der roten Kalk-Mergelschiefer, so hätten wir in ihnen eine weitere Facies des Malm zu erblicken.

Im Profil, das durch den neuen, fahrbaren Alpweg Triesen-Laweina angeschnitten wird, sieht man den Untere-Kreide-Flysch von Laweina nach unten gegen Westen durch jurassischen Kalk ersetzt, der den Facies charakter der sogenannten Châtelkalke hat. Dichte, graue Kalke, die teilweise durch Wechsellagerung mit Mergeln zu flyschartiger Ausbildung neigen. Die Breccienbildung tritt sehr zurück. Nur an wenigen Punkten konnte ich sie bemerken. Sie besteht scheinbar auch hier, wie bei der Falknisbreccie, aus Tiefen- und Ganggesteinen von granitischem Typus, sowie aus

konkordante Einlagerung in den Kalkphylliten. Ich betrachte hier die Radiolarienhornsteine als oberjurassisch — Aptychenschiefer — und wir werden also zu der Annahme geführt, dass die Bildung der Schistes lustrés in den cottischen Alpen bis in die Zeit des oberen Jura sich fortsetzte, was mit den Verhältnissen in Oberwallis stimmt, wo die „Bündnerschiefer" in ebenfalls oberjurassischen Hochgebirgskalk übergehen."

[1] JENNINGS, Geology of the Davos District. Quarterly Journal vol. LV 1899.

[2] Ich bemerke, dass diese Altersbestimmung keinen Anspruch auf absolute Giltigkeit macht. Nur auf meine Erfahrung gestützt, vermute ich in diesem Vorkommnis Jura. Weitere Untersuchungen werden auch hierüber Klarheit bringen.

triasischen Dolomiten. In einer feinen Dolomitbreccie fand ich auch die krugförmige *Calpionella alpina* wieder, auf die ich bereits früher als eine Leitform für Malm im Rhätikon und in den nordschweizerischen Klippen aufmerksam machte.

Dieser Châtelkalk[1] tritt nur am Tussberge[2] (Lichtenstein) auf. Er liegt hier zwischen zwei Horizonten flyschartiger Gesteine. Im Hangenden geht er allmählich in den Untere-Kreide-Flysch über. Im Liegenden steht oligocäner Flysch an, der unvermittelt an den hellgrauen Kalk angrenzt. Innerhalb der Châtelkalkfacies finden sich an dem neuen Alpweg nach Laweina graue Kalkbänke (mit Hornsteinbändern) vom Typus der helvetischen Hochgebirgskalke prachtvoll aufgeschlossen.

Werfen wir kurz einen Blick zurück, so konstatieren wir folgende Facies des Malm:

I. Graue Kalkbänke mit Hornsteinbändern und Falknisbreccie.
II. Hellleuchtende graue, zum Teil oolithische, dolomitische Kalke mit Nerineen.
III. Bunte Radiolarienhornsteine.
IV. Brecciöse, rote Kalke und Mergel (?).
V. Dichte graue Kalke (Châtelkalke).

Trias.

Im westlichen Teil meines Gebietes kann ich eine nördliche Triaszone und eine südliche Jura-Kreidezone unterscheiden. Diese beiden scharfgetrennten Gebiete verschmelzen im Osten meiner geologischen Karte. In dem Gebiet des Falknis, Naafkopf, Schafboden, Tschingel etc. tritt unter den Jura-Kreidesedimenten Trias

[1] In nordwestlicher Richtung, nicht weit davon entfernt, findet sich in der Flyschsynklinale Wildhaus — Buchs die Klippe des Berglittensteins. Dieser besteht 1. aus einem dichten, aschgrauen Kalk (Châtelkalkfacies) mit kleinen Einschlüssen krystallinischer Schiefer. Mikroskopisches Bild: Neben massenhaften *Calpionella alpina*, Lorenz vereinzelt Radiolarien und algenähnliche Kalkfäden. 2. Tritt ein jurassischer, dunkler, gelbbraun verwitternder, oolithischer, spätiger Kalk auf. Mikroskopisch beobachtete ich in demselben Bryozoën und *Calpionella alpina*, Lorenz.

[2] Das Auftreten dieser grauen Kalke zwischen zwei Flyschhorizonten gab Veranlassung zur Bildung eines Thalriegels, der das aus Flysch bestehende, kesselartig erweiterte Hochthal von Laweina plötzlich einengt. Für die schluchtenartige Vertiefung des Bachbettes und die Entstehung des tiefen Wildhaustobels war dieser feste Jurakalk die Veranlassung. Ihm verdankt auch die Gemeinde Triesen die Möglichkeit, eine vortreffliche Strasse zur Alp Laweina haben anlegen zu können.

nur sehr lückenhaft und in einer Facies auf, die sich von der der nördlich davon gelegenen Triasprovinz Vorarlbergs unterscheidet. Am Gleckkamm sieht man eine Gypsscholle im Flysch eingeklemmt, die mit den dazu gehörigen bunten Mergeln dem Raiblerhorizont angehören dürfte. Bedeutende Gypsvorkommnisse sind aber in der Trias Vorarlbergs unbekannt. Wir hätten demnach innerhalb der Trias des südlichen Rhätikon zwei Facies zu verzeichnen, eine südliche, lückenhaft ausgebildete, gypsführende und eine nördliche, gypsfreie, stark entwickelte Trias.

Ich habe mir eine eingehende Untersuchung der Trias nicht zur Aufgabe gestellt, weswegen ich sie auf der geologischen Karte nicht weiter gegliedert habe. Es wäre eine dankenswerte Arbeit, die Faciesverhältnisse der Trias, die THEOBALD bei der kartographischen Darstellung nicht zum Ausdruck gebracht hat, des näheren zu studieren. Auf dem Abstiege von der Scesaplana nach der Schamellahütte beobachtete ich in dem sehr mergeligen Hauptdolomit eine Bank erfüllt von Lithodendron. Es wäre interessant, diese Bank weiter zu verfolgen und zu prüfen, ob sie vielleicht stratigraphisch zu verwerten wäre.

Die Basis des Muschelkalkes ist manchenorts als sogenannter Streifenschiefer ausgebildet[1]. Es sind flaserige Kalkschiefer, die durch allmählicheren Uebergang mit dem schwarzen, hornsteinreichen unebenflächigen Muschelkalkschiefer verbunden sind. Durch Aufnahme von sandigen Schiefern und bituminösen Mergeln nehmen die Streifenschiefer direkt ausgesprochen Flyschcharakter[2] an. Be oberflächlicher Betrachtung sehen sie auch dynamometamorph veränderten Couches rouges ausserordentlich ähnlich[3]. Diese habituelle Aehnlichkeit mit anderen Horizonten hat mir anfangs bei der geologischen Aufnahme grosse Schwierigkeiten bereitet.

Bei der Schamella folgen auf hornsteinreiche Kalke des Muschelkalks nach oben dunkle Mergelschiefer mit einer Unmasse von Mytilus. Diese haben eine Durchschnittslänge von 1—2 cm. Zuwachsstreifen und sehr feine radiale Berippung. Dieses Vorkommnis ist sehr eigenartig und sei künftigen Besuchern dieser Gegend zur Prüfung empfohlen. Im Lichtensteinischen fand ich im pechschwarzen Muschelkalk eine grobe Crinoidenbreccie. Der Muschel-

[1] Siehe die Textprofile im tektonischen Teil.

[2] Z. B. südlich vom Kanzelkopf und zwischen Ofenpass und Kessikopf.

[3] Vergleiche die Couches rouges oberhalb der neuen Scesaplanahütte und die Streifenschiefer östlich Schamella bei trigonometrischem Punkt 1994.

kalk im Osten meines Gebietes enthält viel Brachiopodendurchschnitte.

Buntsandstein tritt nur in geringem Umfang auf. Bei Papfahl im Saminathal, zwischen Rossberg und den Kirchlispitzen und auf dem Gneiss bei Stafel Vaduz konnte ich ihn sicher nachweisen.

Nördlich der Kirchlispitzen führt ein Touristenweg vom Lünersee nach dem Nerrajöchl. Ueber dem l von Kirchlispitzen (siehe geologische Karte) steht direkt am Wege über einer Tithonbarre jurassischer Radiolarienhornstein mit Diabasporphyrit an. Darüber legen sich: schwarze Mergel, cavernöse Rauchwacke, hellgrüner, dichter Kalkschiefer, hellgrauer Dolomit mit gelbem Hornstein. Hierauf folgt schwarzer Muschelkalk mit Brachiopoden.

Diese Rauchwacken, schwarzer Mergel etc. hat Rothpletz[1] etwas weiter östlich gesehen. Er glaubt nun in diesen Schichten ein neues Triasglied entdeckt zu haben, das nach ihm bisher als solches noch nicht erkannt war. Ich will nur bemerken, dass Rothpletz diese Priorität nicht zukommt. Jennings[2] erwähnt bereits unter dem Muschelkalk einen Rauchwackehorizont. Ob überhaupt ein neues Triasglied vorliegt, ist auch noch fraglich. Die tektonischen Verhältnisse sind derart kompliziert, dass selbst eine lokale Zwischenlagerung zwischen Muschelkalk und Buntsandstein noch nichts beweist. Solange dieser Rauchwackehorizont unter dem Muschelkalk nicht auch ausserhalb der Ueberschiebungszone nachgewiesen wird, haben wir keine Berechtigung, einen neuen Horizont anzunehmen.

Ueber dem Buntsandstein bei Stafel-Vaduz im östlichen Rhätikon legt sich unmittelbar ein oolithischer Dolomit, der nach Analogie anderer Vorkommnisse vielleicht Wettersteindolomit sein kann. Ausquetschungen von Horizonten sind in diesem Ueberschiebungsgebiet ja nichts Seltenes.

Gneiss.

Bei Stafel-Vaduz nördlich der Drusenfluh findet sich eine Auffaltung des Urgebirges. Diese Gneissscholle stellt mehrfache Schuppen dar, zwischen denen Buntsandstein eingeschaltet ist.

---

[1] Rothpletz, Geol. Alpenforschungen 1900, S. 10.

[2] Jennings, The geology of the Davos District. Quarterly Journal 1899 p. 389.

Die Breccien des südlichen Rhätikon.

In dem von mir bearbeiteten Gebiet des südlichen Rhätikon treten drei verschiedenaltrige Breccien auf:

Falknisbreccie (oberer Jura, bezw. Tithon).

Tristelbreccie (untere Kreide, im besonderen Urgoaptien).

Flyschbreccie des Oligocän.

Die Falknisbreccie ist eine polygene Breccie, die bei dem Prozess der Faltung vielfach eine Zertrümmerung der Grundmasse erfahren hat. An geschnittenen und polierten Proben dieser Breccie kann man einerseits die fremden sedimentären und krystallinen Einschlüsse deutlich erkennen und andererseits die Beobachtung machen, dass der Jurakalk in eckige Fragmente aufgelöst war. Wir haben hier demnach eine primäre polygene Brandungsbreccie[1] und zugleich eine sekundäre Faltungsbreccie.

Bei der Falknisbreccie beobachtete ich, dass die Breccie mit reinen grauen Kalken wechsellagert, die die Reste einer anderen Fauna bergen. Am Falknis — Hintere Grauspitze — zählte ich drei grosse getrennt auftretende Breccienlagen. Im Profil Stürvis-Ies konstatierte ich in dem Jurakalk von ca. 120 m Mächtigkeit zwei jeweils 8 m mächtige Riesenbänke. Zwischen den Bänken finden sich feine Breccien-Lagen, die in Sandkalk übergehen.

Anschliessend hieran möchte ich auf die Frage der Entstehung dieser Breccien zu sprechen kommen. Angesichts der Thatsache, dass die Breccien marinen Ursprungs sind und während langer geologischer Perioden hindurch sich bildeten, scheint mir die Annahme am wahrscheinlichsten, dass im südlichen Rhätikon während langer Zeiten hindurch das Meer die Küste eines Festlandes bespülte, das mit der Zeit abgetragen, versunken und von Flysch bedeckt oder durch Ueberschiebung verschwunden ist. Vergegenwärtigen wir uns die Zusammensetzung der Breccien, so sehen wir in der oberjurassischen Falknisbreccie ausser triasischen Dolomiten granitische Tiefen- und Ganggesteine vom Typus des Juliergranites. Aus der untercretacischen Tristelbreccie kennen wir ausser Dolomiten und Kalken der Trias stark bituminöse feldspathaltige Schiefer, grüne Sericitschiefer, rötliche Glimmersandsteine, pechschwarze sericitische Thonschiefer. Diese letzteren Gesteine haben Aehnlichkeit mit den dynamometamorph veränderten Schiefern aus der Zone des Briançonnais.

[1] Ich komme hernach auf die Entstehungsmöglichkeiten der Breccien zu sprechen.

Im Tertiärflysch fand ich ausser Sand, Quarzbrocken, Dolomiten und Kalken der Trias echten Sedimentgneiss, einen saueren Granitgneiss und einen grünen metamorphen Schiefer.

Diese Beobachtungen belehren uns über die Zusammensetzung der Kontinentalmasse, an deren Ufern das Meer zur Zeit der Breccienbildung brandete. Die Häufigkeit der metamorphen Schiefer in der Unterkreidebreccie und die Aehnlichkeit derselben mit den Gesteinen aus der Zone des Briançonnais lässt die Möglichkeit offen, dass diese Zone, die wir von der Tarentaise und Maurienne der französischen Alpen her am Südrande des Aarmassives hinziehen und im Gebiet des Vorderrheines unter die Tertiärflyschdecke hinabtauchen sehen, sich unter dem Flysch bis ins Rhätikon erstreckt. Wenn sich diese Annahme durch weitere genauere Beobachtungen bestätigt, so würde sich die Zone des Briançonnais unter dem Flysch als weitere konzentrische Bogenfalte um die Glarnerbogenfalte der helvetischen Facies herumlegen.

An der Zusammensetzung des versunkenen Festlandes beteiligten sich auch granitische Gesteine, die eine weitgehende Aehnlichkeit[1] mit dem Juliergranit besitzen. Ihr Auftreten in der jurassischen Falknisbreccie schliesst wohl ein tertiäres Alter des Juliergranites aus.

Die weite Verbreitung der Falknisbreccie bis ins Oberhalbstein macht die Vorstellung von Tarnuzzer über die Herkunft der Breccie unverständlich. Tarnuzzer nimmt an, dass Eisströme das Gesteinsmaterial aus dem Gebiet der Bernina ins Meer des Rhätikon verfrachteten. Nach dieser Vorstellung müsste man eine lokal ganz beschränkte Verbreitung der Breccie vermuten. Das verfrachtete Gesteinsmaterial könnte sich doch nur kranzartig vor der Mündung des Eisstromes ausbreiten. Eine derartige Ausdehnung, wie die Falknisbreccie aber thatsächlich aufweist, wäre durch einen Vorgang, wie sich Tarnuzzer ihn vorstellt, nicht möglich.

Das südliche Rhätikon als vindelicisches Faciesgebiet.

Wie die Beschreibung der Schichtenfolge im südlichen Rhätikon uns lehrt, haben wir eine Ausbildung der Sedimente, die gewisser Eigentümlichkeiten nicht entbehrt. In meiner Arbeit über den Fläscherberg konstatierte ich bereits, dass im Falknisgebiet „keine helvetische“ Facies vertreten ist. Das genauere Studium hat er-

[1] Die granitischen Einschlüsse in der Falknisbreccie sind durch die grünen Feldspate mit dem Julier- und Albulagranit zum Verwechseln ähnlich.

geben, dass auch „keine ostalpine" Facies vorliegt. Wir haben vielmehr eine sehr interessante Mischfacies, die teilweise Anklänge an die helvetische, zum Teil Aehnlichkeit mit der ostalpinen Facies zeigt.

Der oligocäne Flysch ist beiden Faciesgebieten gemeinsam. Die Couches rouges der oberen Kreide fehlen beiden Gebieten vollständig. Sie bilden ein hervorstechendes Merkmal der Klippenregion, die wir als selbständige Facies die vindelicische nennen. Die untere Kreide finden wir in einer Ausbildung, die uns völlig neu ist. Sie hat ausgesprochenen Flyschcharakter. Das Urgoaptien mit den Siphoneen, Bryozoën, *Orbitolina lenticularis* zeigt in Bezug auf die Fossilführung einige Aehnlichkeit mit dem Urgon der helvetischen Facies. Petrographisch herrscht keine Uebereinstimmung. Der dichte Glaukonitquarzit, der eine auffallende Erscheinung unter den Gesteinssorten der unteren Kreide ist, findet sich vielleicht am Lauchern[1] bei Iberg wieder. Der Glaukonitquarzit wäre demnach in der vindelicischen Facies bereits vertreten. Der hellleuchtende graue, zum Teil oolithische Kalk der Kirchlispitzen, Sulzfluh etc. ist mit dem Mythenkalk unterhalb der Rotspitze absolut ident. Die bunten Radiolarienhornsteine des Rhätikon sind sowohl in der ostalpinen Facies als auch in der vindelicischen bekannt[2]. Der dichte Châtelkalk mit *Pithonella alpina*, LORENZ, findet sich in der vindelicischen Facies der Klippen bei Iberg und des Berglittensteins.

Wir folgern aus diesen Vergleichen, dass im südlichen Rhätikon eine Mischfacies auftritt, die zwischen der helvetischen und ostalpinen vermittelt. Die weitgehendste Aehnlichkeit mit ihr zeigt die vindelicische Facies der Klippen am Nordrand der Schweizer Alpen. Diese Facieszone zieht sich durch das südliche Rhätikon bis ins Oberhalbstein um das Flyschgebiet des Prättigau im Bogen herum (siehe Facieskarte S. 43). Nach Norden hin scheint sich zwischen

[1] Es wäre interessant, in dem Klippengebiet bei Iberg nach den anderen Horizonten der unteren Kreide zu forschen.

[2] QUEREAU beschreibt sie von Iberg. Ich bin in der glücklichen Lage, zum ersten Mal von jurassischen Radiolarienhornsteinen aus den Freiburgeralpen, die bekanntlich der vindelicischen Facies angehören, zu berichten. In der Litteratur waren sie bisher von dort nicht bekannt. QUEREAU hielt irrtümlich die Kieselschnüre in den Couches rouges für solche. Im oberen Simmenthal fand ich hart an der Fahrstrasse Boldingen-Thun, etwas südlich des Passes, eine Klippe im Flysch. Im Kern des kleinen Gewölbes stehen bunte Radiolarienhornsteine an, die in grauen Châtelkalk übergehen. Dieser Punkt ist von Boldingen in 2 1/2 Stunden zu erreichen.

die Ketten der helvetischen und ostalpinen Facies ein schmaler Streifen vindelicische Facies zu legen. Grösstenteils ist er durch Flysch verdeckt. Im Trettachpark bei Oberstdorf traf ich unzweideutige Couches rouges an. Das nördlichste Vorkommen echter Couches rouges ist die klippenartige Auffaltung im Flysch von Liebenstein bei Hindelang in Bayern.

Die Grenzen der Faciesgebiete.

Es ist eine häufige Erscheinung, dass die Grenzen grösserer Faciesgebiete mit tektonischen Störungen zusammenfallen. Es ist mir kein Fall bekannt, wo ein Uebergang grosser Faciesprovinzen unmittelbar zu beobachten wäre. Tektonisch vorgezeichnete Thäler sind oft die Grenzlinien faciell verschiedener Gebiete.

Ich habe nun im südlichen Rhätikon, im Grenzgebiet zwischen West- und Ostalpen, die höchst interessante Beobachtung gemacht dass die grossen Faciesgebiete nicht scharf nebeneinander treten, sondern Glieder des einen in dem des anderen und umgekehrt auftreten. Der Facieswechsel vollzieht sich nicht für die ganze Schichtenfolge an einer bestimmten Linie, sondern jeder Horizont scheint seine Grenze verschieden von dem anderen zu haben. Diese interessanten Grenzbeziehungen vollziehen sich bei uns zwischen der helvetischen und der vindelicischen Facies.

Ich will zwei Fälle mitteilen, die diese Verhältnisse hinreichend darlegen. Zehn Minuten nördlich von Balzers im Fürstentum Lichtenstein tritt von Südosten aus dem Tuss- oder Wildhaustobel ein Wildbach heraus. Ungefähr 50 m hoch am Gehänge nördlich seiner Einmündung ins Rheinthal sehen wir in dem Oligocänflysch als Auffaltung helleuchtende Mergelkalkschiefer — typische Seewenschichten[1] (obere Kreide) der helvetischen Facies — hervortreten.

Im Liegenden dieser helvetischen oberen Kreide finden sich: eisenschüssige quarzitische Kalke, mächtige schwarze Quarzite und Hornsteine und graue, feinkörnige Tristelbreccie mit *Orbitolina lenticularis*, Blb., Bryozoën, Crinoidendurchschnitte und Spongiennadeln. Diese Gesteinsserie stellt ohne Zweifel die untere Kreide der vindelicischen Facies dar. Wir haben hier also die obere

[1] Schon v. Mojsisovics beschreibt von dieser Stelle echte Seewenschichten. Beiträge zur topischen Geologie der Alpen 1873. Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt S. 174.

Kreide der helvetischen Facies[1] in Konkordanz mit der unteren Kreide der vindilicischen.

Ein anderes Beispiel für Faciesübergang traf ich im Trettachpark bei Oberstdorf im Algäu an. Mitten in sehr mächtig entwickelten Seewenschichten mit einer charakteristischen Mikrofauna fand ich Couches rouges mit dem für sie eigenen massenhaften Vorherrschen einer Globigerinenart.

Basische Eruptiva im Gebiet des südlichen Rhätikon.

Im innigen Zusammenhang mit der Zone vindelicischer Facies tritt ein Diabasporphyrit auf. Deutliche Intersertalstruktur mit Primogenitur der Feldspate zeichnen ihn aus. Diese sind leisten- oder seltener tafelförmig, zuweilen frei in der Grundmasse schwimmend, oder in divergentstrahligen Büscheln angeordnet. Zwischen den Feldspaten sieht man in den Zwickeln zersetzten Augit. Die fast vollständige Chloritisierung der Augite giebt dem Gestein auch die grüne Färbung. Die Grundmasse ist durch die weit vorgeschrittene Zersetzung schwer zu entziffern. Sie ist reich an Eisenoxyden und blau interferierendem Chlorit.

Die Lagerungsform ist die eines Intrusivganges. Ich traf den Diabasporphyrit in jurassischen Radiolarienhornsteinen und in Mergeln und Kalken des Flyschs der unteren Kreide. Die Kalkbänke zeigen als Kontakterscheinung schwache Marmorisierung[2].

Auf der alten geologischen Karte von THEOBALD ist am Bettlerjoch ein basisches Eruptivgestein eingezeichnet. Dieses Vorkommnis ist später oft citiert. Ich habe an Ort und Stelle aber keine Spur davon finden können. Wohl traf ich einen grünen, ruppigen Quarzitschiefer der unteren Kreide, der allenfalls diesen Irrtum veranlasst haben mag.

In Bezug auf das Alter neige ich zu der Ansicht, dass die Injektion zur Zeit der Ueberschiebungen stattfand. Das Alter des

[1] Ich will nur bemerken, dass die Seewenschichten hier mikroskopisch und makroskopisch so typisch sind, dass einem der Gedanke an Couches rouges gar nicht kommt. Ich erkannte diese mergeligen Kalke schon als obere Kreide der helvetischen Facies zu einer Zeit, als ich die untere Kreide der vindelicischen Facies als solche noch nicht erkannt hatte. Die Reihenfolge der Beobachtung schliesst bereits den Verdacht aus, dass hier Suggestion vorläge.

[2] Siehe die untere Kreide mit Diabasporphyrit in der Nähe der Scesaplanahütte im Liegenden der jurassischen Falknisbreccie und im Hangenden der Couches rouges (umgekehrte Lagerung) im Bachbett des östlichen Quellarmes zwischen *p* und *s* des Wortes Alpstein (siehe die Karte Taf. I).

Diabasporphyrit wäre demnach postoligocän. Er tritt nämlich immer dort auf, wo die Ueberschiebung sich am gewaltsamsten geäussert hat. Ein Zusammenhang mit den gewaltigen tektonischen Störungen jener Gegend scheint mir evident zu sein.

Glaciales.

Mächtige Moränenablagerungen finden sich in dem Hauptabflussthal der ehemaligen, grossen Scesaplanavergletscherung nach Süden. Südlich der Alp Fasons und bei Ganey liegen mehrere Meter mächtige Moränen. Halbwegs zwischen Seewis und Scesaplanahütte beobachtet man eine grossartige Glaciallandschaft. Deutlich sieht man an den schwach geneigten Alpflächen von Fasons, Palus, Pudenal, Tersana und Stutz die Reste eines alten Glacialthales, das durch den Valserbach, Wallachbach tief eingeschnitten ist.

Prachtvolle Endmoränen, die den Rückzugsphasen der letzten Eiszeit entsprechen, habe ich auf der geologischen Karte an mehreren Punkten verzeichnet. Das schönste Beispiel sieht man zwischen der neuen Scesaplanahütte und Schamella. Parallele Reihen von Seitenmoränen, mehrere konzentrische Stirnmoränen, die nachträglich durch den Abfluss der Schmelzwasser durchbrochen sind, bilden durch ihre modellartige Schärfe ein ausserordentlich gutes Lehrobjekt. Eine Endmoräne staute auch den kleinen See auf, den man beim Aufstieg von der Douglashütte zur Scesaplana passiert. Zum Schluss sei noch eine Endmoräne bei Stürvis erwähnt, die von einem Gletscher gebildet wurde, der aus dem Hochthal von Ïes kam.

Tektonischer Teil[1].

A. Allgemeines.

Die Tektonik des südlichen Rhätikon ist in ihrer Art von einer Grossartigkeit, wie sie in den Alpen nicht leicht ihresgleichen findet. Sie zeigt uns die Struktur gewaltiger Ueberschiebungen von kontinuierlicher Faltung bis zur Schuppenbildung, die ihrerseits

[1] Dieser Abschnitt wurde auf der Seefahrt zwischen Marseille und Singapore geschrieben. Die Umstände zwangen mich infolgedessen, meine Darstellungen kurz zu fassen.

durch Erosion und Denudation zu Klippen geführt hat. Bei dem Prozess der Ueberschiebung vollzog sich ein tektonischer Vorgang, der besondere Beachtung verdient.

Vollzieht sich der Zusammenschub der Erdrinde langsam, so kommt es zur kontinuierlichen Faltenbildung[1]. Geht dieser Vorgang gewaltsamer vor sich, oder wird er in irgend einer Weise gehemmt, so zerreissen die Falten, und es bilden sich Ueberschiebungen, die durch häufige Wiederkehr zur Schuppenbildung führen. Sehen wir aber auf einen lokalen Einbruch eine sehr gewaltsame, plötzliche Auffaltung folgen, so stauen sich die Schichten. Sie türmen sich hoch auf und werden unter dem Druck einer nachfolgenden Ueberschiebungsdecke bei weiterem Zusammenschub gleichsam durcheinandergestochen, wie die Karten eines Packetes Spielkarten. Die Wirkung ist die, dass die Glieder einer normalen Schichtenfolge anscheinend mehr oder weniger vollkommen konkordant durcheinander gewürfelt erscheinen.

Im westlichen Teil des südlichen Rhätikon — im Gebiet des Falknis und Tschingel — haben wir einen kontinuierlichen Faltenbau mit Ueberschiebungen innerhalb der grossen überschobenen Massen. Dieser im Verhältnis zum östlichen weniger dislocierte Teil giebt uns auch ein Schema für die giltige Schichtenfolge unseres ganzen Gebietes. Im Osten hiervon stellt sich die Kategorie von Tektonik ein, welche sich in einer chaotischen Reihenfolge der Schichten widerspiegelt. Gerade der glückliche Umstand, dass sich beide Arten von Tektonik innerhalb eines stratigraphisch einheitlichen Gebietes vorfinden, ist es, der uns ermöglicht, letztere genau zu studieren.

STEINMANN ist der erste gewesen, der diesen tektonischen Vorgang erkannte, wenn auch nicht in dem Umfange, wie er jetzt aus der genauen Kartierung ersichtlich wird. Er sagt[2]: „Man gewinnt den Eindruck, als sei in einem System nach aussen übergelegter Falten nicht der liegende (oder Mittelschenkel), sondern der hangende Schenkel zerrissen oder ausgedehnt. Ob es überhaupt angängig ist, den Faltenbau als Ausgangspunkt für die klippenartige Lagerung zu wählen, muss dahingestellt bleiben. Auf keinen Fall reichen wir

[1] Der Berner Jura ist ein Typus solcher Art.

[2] STEINMANN, Geol. Beobachtungen in den Alpen. Berichte der Naturf. Gesellschaft Freiburg 1897, S. 96 [290].

mit dem Schema der liegenden Falte mit ausgequetschtem Mittelschenkel aus."

Hierin liegt zum Teil die Erkenntnis dessen, was ich unter dem Durchstechen der Schichten verstehe. Wenn Professor Steinmann aber von einer Ausquetschung des hangenden Schenkels spricht, so ist das mechanisch für mich nur so zu verstehen, dass der hangende Schenkel durch eine weitere Ueberschiebungsdecke die Rolle eines Mittelschenkels übernimmt. Auch Uhlig[1] hatte dieses tektonische Phaenomen in vermindertem Masse in der Tatra beobachtet. Er spricht dort von Anpressung jüngerer Glieder der Schichtenfolge an ältere unter gänzlicher oder teilweiser Verschiebung der dazwischen liegenden Schichtengruppen.

Anderen Forschern ist die Eigenart der Tektonik völlig entgangen. Im besonderen hat Rothpletz[2], der den Einfluss der Tektonik auf die Schichtenfolge nicht erkannt. Denn sonst würde er es nicht unternehmen, innerhalb der Ueberschiebungszone neue Horizonte, wie permische[3] Radiolarienhornsteine, aufzustellen.

Rhätische Bogenfaltung bezw. -Ueberschiebung.

Im Norden des Prättigau sehen wir vom Falknis im Westen bis zur Sulzfluh im Osten die Kalkberge von Norden bezw. Nordosten her überschoben. Ohne Unterbrechung biegt die Kette nach Süden um, nimmt ungefähr bei Klosters südwestliche Richtung an und streicht dann bis Churwalden-Parpan fort. Den nördlichen Theil dieser Ueberschiebung erkannte schon v. Richthofen vor mehr als 40 Jahren. Steinmann hat uns mit dem weiteren Verlauf derselben bekannt gemacht. Sie beschreibt einen Bogen von etwa 180°. An Bedeutung gewinnt diese Thatsache im Zusammenhang mit unseren tektonischen Erfahrungen in den Grenzgebieten.

Auf beifolgender Uebersichtskarte (Fig. 8) sieht man, dass sich die bogenförmige rhätische Ueberschiebung konzentrisch um die Glarnerbogenfalte[4] herumlegt. Die tektonische Ursache für die konzentrische Ueberschiebung ist auch hier im Gebiet des versunkenen Aarmassivs zu suchen. Der Einbruch der krystallinen Brücke

---

[1] Uhlig, Geologie des Tatragebirges. Wien 1897 u. 1899, S. 71.

[2] Rothpletz a. a. O. 1900.

[3] Rothpletz hält die jurassischen Hornsteine lediglich auf Grund einer im Sinne obiger Tektonik veränderten Lagerung für permisch.

[4] Lorenz, Monographie des Fläscherberges 1900. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz.

zwischen Aarmassiv und Silvrettamassiv gab vermutlich die Veranlassung zur Bildung dieser beiden konzentrischen Falten, bezw. Ueberschiebungen. Zur Erläuterung möge folgende Kartenskizze dienen (Fig. 8).

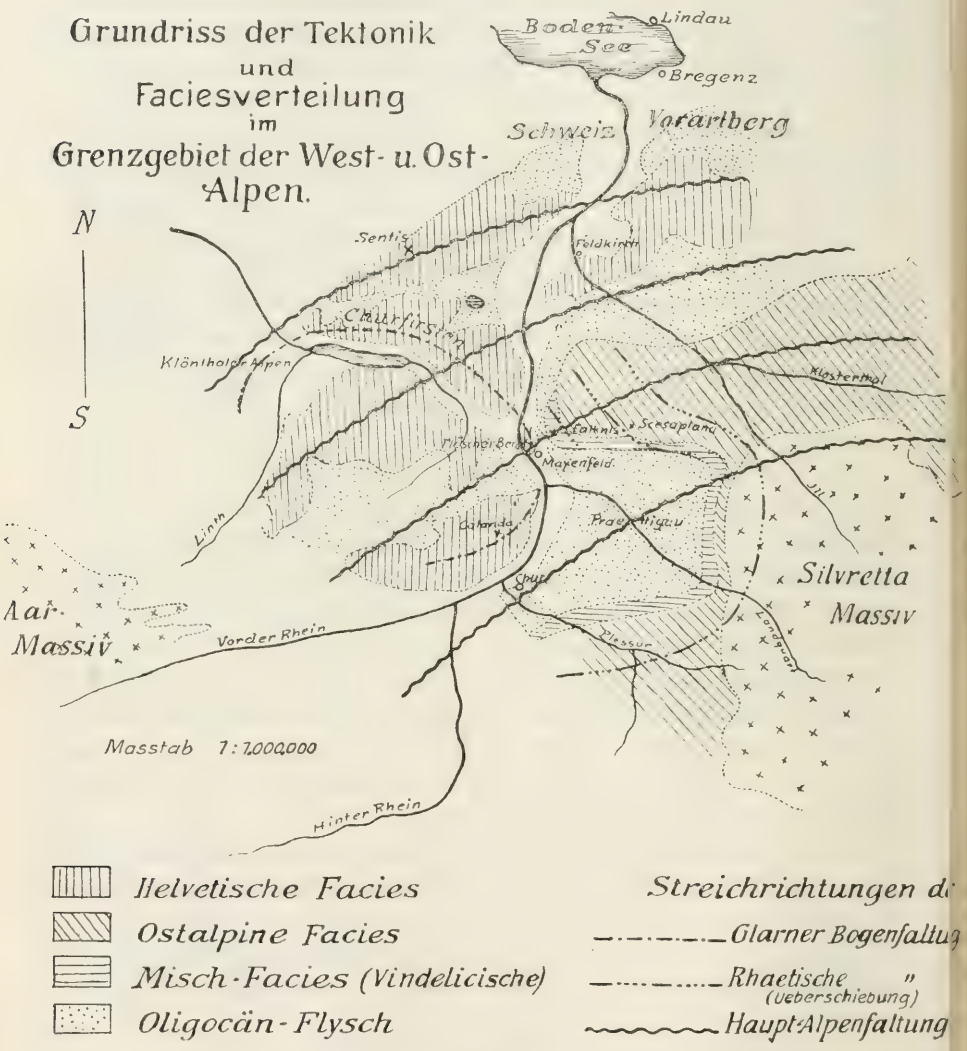


Fig. 8.

Man kann behaupten, dass die tektonischen Linien hier in grossen Zügen mit den Faciesgrenzen zusammenfallen. Die Glarnerbogenfalte umfasst das Gebiet der helvetischen Facies. Die rhätische

Bogenfaltung bezw. Ueberschiebung beschränkt sich auf das Gebiet der vindelicischen und ostalpinen Facies. Die innere Bogenfalte der Glarnerberge ist sowohl tektonisch als auch faciell als östliches Ende der Westalpen anzusehen[1]. Die äussere Bogenüberschiebung der rhätischen Berge kann man geographisch und geologisch als westlichen Anfang der Ostalpen betrachten[2]. Mir erscheint diese geographische Einteilung durch die Tektonik als gegeben.

Zweifache Faltung im Gebiete des südlichen Rhätikon.

Eine bedeutende Ablenkung der tektonischen Leitlinien verursacht die Einwirkung einer nachträglichen Faltung auf die primäre rhätische Ueberschiebung. Diese zweifache Faltung äussert sich auf Schritt und Tritt im ganzen Gebiete des südlichen Rhätikon. Im westlichen Teil des südlichen Rhätikon — im Gebiete des Falknis, der Grauspitzen, des Schafboden, Plasteikopf, Naafkopf, Tschingel und der Scesaplana — stehen die Streichrichtungen beider Faltungen senkrecht aufeinander.

Die rhätische Bogenfaltung ist die frühere und stärkere. Ihr Einfluss auf die Physiognomie der Erdoberfläche ist von fundamentalerer Wirkung als die spätere Hauptalpenfaltung. Das Fläscherthal, das Hochthal von Ïes und die Barthümelalpe sind Thäler, die mit der rhätischen Bogenfaltung gemeinsames Streichen besitzen und auch dieser ihre Entstehung verdanken. Die sie begrenzenden Thalwände streichen ebenfalls parallel Nordwest-Südost. Ein Blick auf die topographische Karte zeigt uns, dass die Hauptkämme das Streichen der rhätischen Bogenfaltung aufweisen. Auch die Verteilung der Farben auf der geologischen Karte spricht dies deutlich aus.

Woran erkennt man nun die Einwirkung der nachträglichen Hauptalpenfaltung mit Nordoststreichen? Ehe die spätere Hauptalpenfaltung mit Nordoststreichen einsetzte, lag ein südoststreichendes Faltensystem vor. Die nachträgliche Faltung äusserte sich nun 1. dadurch, dass das primäre Faltensystem mit Südost-

[1] Wenn ich die Hochalpen im Auge habe, die durch die ganze Schweiz ziehen und im Gebiet der Glarnerbogenfalte unter den Flysch tauchen, so kann man wohl mit Recht die Glarnerberge faciell, tektonisch und orographisch ungeachtet der kleinen Kreideausläufer Vorarlbergs als Ostgrenze der Westalpen bezeichnen.

[2] Ich wies schon darauf hin, dass eine Coïncidenz der tektonischen und faciellen Grenzen im allgemeinen besteht. Bei Balzers im Lichtensteinischen, Oberstdorf im Algäu und Liebenstein bei Hindelang beobachtete ich untergeordnete Abweichungen.

streichen in mehr oder weniger ausgeprägte Falten mit Nordoststreichrichtung thatsächlich umgefaltet wurde, und 2. dass das primäre Faltensystem Transversalschieferung mit Nordoststreichen erfuhr.

Die erste Erscheinungsform der zweifachen Faltung — die direkte Umfaltung — ist in meinem Gebiete in wahrhaft grossartiger Art und Weise ausgeprägt. Die später gebildeten Synklinalen sind von sehr kleiner Ausdehnung. Es scheint die bereits gefaltete Erdoberfläche zur Herausbildung von Synklinalen und Antiklinalen grösseren Widerstand zu leisten, als wenn sie noch ungefaltet ist.

Die Nordseite des Felsencirkus von Ies zeigt NO-einfallende Schichten. Diese springen bei Tristel plötzlich in ihrer Streichrichtung um und bilden eine deutliche NO-streichende Synklinale, die sich ungefähr 1 km weit in ihrer veränderten Streichrichtung verfolgen lässt. An dieser nachträglichen Faltung beteiligen sich Malm, untere Kreide und obere Kreide, also ein Schichtenkomplex von einigen hundert Metern. Am Tschingel beobachten wir dieselben Schichten als liegenden Schenkel einer geneigten Falte der rhätischen Bogenfaltung. Am Südwestfuss des Tschingel biegen diese SO-streichenden Schichten plötzlich zu einer genau NO-streichenden Synklinale scharf um. Der zusammengepresste Muldenkern dieser neu gebildeten Synklinalen ist uns in verschiedenen guten Anschnitten zwischen Tschingelthäli und Engitobel erhalten.

Dieses Beispiel zweifacher Faltung ist von derartiger Grossartigkeit, dass ich mir kein instruktiveres Bild dieser Art von Tektonik vorstellen kann. Bei diesem Anblick wird die Stimme jedes Zwistes verstummen, der diese Erscheinung als Unregelmässigkeit einmaliger Faltung bisher auszulegen geneigt war.

Eine Begleiterscheinung dieser Umfaltung ist eine „Diagonalverschiebung der Schichten". Der geradlinige Verlauf der Schichten, entsprechend der primären Streichrichtung, ist durch die nachträgliche Faltung, wie die Verteilung der geologischen Farben es am deutlichsten wiedergiebt, gestört. Es hat eine Verschiebung im Kleinen stattgefunden, die ident ist mit den Erscheinungen, wie sie BURCKHARDT im Grossen aus dem Gebiete der Klönthaleralpen beschrieben hat.

Clivage oder Transversalschieferung ist die zweite Form, in der uns die Wirkung der zweiten Faltung deutlich wird. Diese Transversalschieferung unterscheidet sich aber von der gewöhnlichen, wie wir sie fast überall in gefalteten Gebirgen antreffen, dadurch, dass

die Streichrichtung der nachträglichen Schieferung senkrecht zur ursprünglichen Schichtung verläuft.

Die kolorierten geologischen Profile auf Tafel II zeigen uns ebenfalls den Anteil der einzelnen Faltung an der Tektonik dieses Gebietes. Die Profile I—IV bringen uns die Falten und Ueberschiebungen der primären Faltung vor Augen. Die Profile V—VII spiegeln den Einfluss der nachträglichen Hauptalpenfaltung auf die vorhergegangene rhätische Bogenfaltung wieder. Profil V z. B. müsste, da es senkrecht zur ersten Faltung gelegt ist, die Schichten in der Form oder mehr oder weniger horizontaler Streifen erkennen lassen. Die doppelte SO-streichende Falte am Plasteikopf (siehe Profil II) erscheint in unserem Profil notwendigerweise als parallele Schichtenstreifen. Nun zeigt aber Profil V eine intensive Beugung und Faltung der Schichten, die lediglich auf Kosten der späteren Hauptalpenfaltung zu setzen sind. Ebenfalls sind die komplizierten Faltungen der Gyrenabstürze an der Südwestseite des Falknis bei Luciensteig, die spitzwinkligen Falten an den Gleckwänden der späteren Hauptalpenfaltung zuzuschreiben (vgl. Profil VII Tafel II).

Resümieren wir unsere Beobachtungen über die zweifache Faltung. Die wesentlichere und frühere Faltung ist die rhätische Bogenfaltung, bezw. Ueberschiebung. Die nachträgliche und daher sekundäre ist die Hauptalpenfaltung.

Die erste Faltung bezw. Ueberschiebung streicht im südlichen Rhätikon O-W bezw. WNW-OSO. Ich nenne sie bogenförmig, da sie im Bogen vom Rhätikon um das Prättigau herumstreicht. Im westlichen Teil des südlichen Rhätikon bildet die rhätische Ueberschiebungsmasse des Jurakreidezuges drei ungleich grosse Schuppen. Die kleinste und südwestlichste bildet den Anstein bei Balzers, die zweite zieht von Guscha bis zum Gleckhorn, die dritte erstreckt sich vom Falknisgipfel im Westen bis Sanalada unterhalb des Tschingel im Osten. Letztere bildet durch den ganzen westlichen Teil des südlichen Rhätikon hindurch eine reguläre nach S bezw. SSW überliegende Falte. Westlich vom Falknis verschmelzen die Schuppen 2 und 3. Dafür bilden sich am Plasteikopf zwei übereinanderliegende Falten heraus. Die Ueberschiebungsflächen zwischen rhätischer Schubmasse und oligocänem Flysch sind stellenweise sehr gut zu sehen. So bei Frescascalas westlich von Fasons und beim Gleckkamm.

Die zweite Faltung ist die Hauptalpenfaltung mit NO-streichen. Das Haupteinfallen aller Schichten nach N oder NO im südlichen

Rhätikon vermochte die spätere Faltung nicht zu verwischen. Vielmehr war ihr Haupteinfluss der, dass sie die brettartig nach N bezw. NO einfallenden Schichten in NO-streichende Runzeln und Falten legte bei vollständigem Beibehalten des primären NO-einfallens.

Wir sehen, dass der Charakter der zweifachen Faltung im südlichen Rhätikon im wesentlichen derselbe ist, wie wir ihn zuerst am Fläscherberge[1] erkannten.

Die Glarnerbogenfalte zeigt in ihrem sonst geschlossenen Bogen eine kleine Lücke im Rheinthal zwischen Maienfeld und Landquart (Mastrils). Ich wies schon bei meiner Arbeit über den Fläscherberg darauf hin, dass die Notwendigkeit der Annahme, die tektonische Linie gehe durch diese Lücke, sich aus der Tektonik des Rhätikon ergebe. Der konzentrische Bogen der rhätischen Ueberschiebung lässt kaum eine andere Deutung zu, als dass die Lücke in dem 180° betragenden Bogen der Glarnerbogenfalte nur eine orographische und keine tektonische ist.

Bisherige Deutung der zweifachen Faltung durch andere Forscher.

Im Triasgebiet des nördlichen Rhätikon hat die Gesamtwirkung zweier zeitlich verschiedenen Faltungen tektonische Linien erzeugt, die bisher missdeutet worden sind. Wir sehen die Lechthaleralpen als westliche Fortsetzung der nördlichen Kalkalpen von O nach W streichen und im Rhätikon thatsächlich in meridionale Richtung umbiegen. Am Nordrand des Prättigauer Flyschgebietes brechen diese Ketten plötzlich ab. Dieser zu beobachtende Verlauf der Ketten ist aber nur eine Kompensationsform zweier verschiedener tektonischen Linien.

Zum Verständnis des Folgenden muss ich vorausschicken, dass die primäre rhätische Bogenfaltung am Südrand des Rhätikon am stärksten ist und gegen Norden sich schnell abschwächt. Der Einfluss der nachträglichen Hauptalpenfaltung war dementsprechend im N des Rhätikon grösser als im S, d. h. die NO-Streichrichtung der Hauptalpenfaltung nimmt nach S an orographischer Bedeutung ab und überlässt der primären rhätischen Bogenfaltung mit SO-Streichrichtung die Herrschaft über die Oberflächengestaltung. Dieser Uebergang vollzieht sich nicht ruckweise, sondern allmählich, wodurch der bogenförmige Verlauf der Ketten verursacht wird.

---

[1] LORENZ, Monographie des Fläscherberges. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz 1900.

Das Umbiegen der nördlichen Kalkzone aus ihrer OW-Streichrichtung in eine NS-liche im Rhätikon beobachteten schon v. Mojsisovics[1], Vacek[2], Heim, Diener[3] und Tarnuzzer. — Vacek sieht den Ausgangspunkt für die bogenförmige Struktur der Ketten in einem radialgelegenen Punkte, in der krystallinen Lobspitze. Unsere fortschreitende Kenntnis hat jetzt gezeigt, dass diese Ueberlegung nicht ausreicht, und dass die Verhältnisse wesentlich komplizierterer Art sind, als Vacek vermutete. Nach Vacek und Heim findet die Nordsüdumbiegung der Ostalpen in den SW-NO streichenden Kalken der Glarneralpen ihre Fortsetzung. Der sigmoide Verlauf der Ketten sei eine Horizontalverschiebung.

Ich glaube den Leser davon überzeugt zu haben, dass die vorliegenden tektonischen Verhältnisse sich nur durch Annahme zweier Faltungen erklären lassen, von denen der früheren und wesentlicheren mehr lokale Ursachen zu Grunde liegen, während die spätere und schwächere regionale Ausdehnung besitzt[5].

Da die Hauptalpenfaltung sowohl die West- als auch die Ostalpen ergreift, so könnte man meinen, eine geologische Grenze zwischen beiden sei nicht vorhanden. Gerade durch das lokale Auftreten einer primären Gebirgsbildung, die die oberflächliche Trennung des Aar- und Silvrettamassivs bewirkte, ist uns eine natürliche[4] Trennung der West- und Ostalpen gegeben. Die Grenze müssen wir ungefähr annehmen längs des oberen Rheinthales bis Maienfeld abwärts, in der Thalenge von Luciensteig bis Vaduz in Lichtenstein, von hier in nordöstlicher Richtung zwischen Bregenzerwald und Lechthaleralpen bis zum Lech.

Im Gegensatz zu Steinmann und Rothpletz reicht nach meiner Auffassung die rhätische Ueberschiebung nur bis Vaduz im Fürstentum Lichtenstein. Die Ueberschiebungen am Nordrand des Rhätikon sind tektonisch nicht mit denen im südlichen Rhätikon in Zusammenhang zu bringen. Das Untertauchen des Flysch unter die Trias am Nordrand der nördlichen Kalkalpen ist das Produkt der Hauptalpenfaltung. Diese Erscheinung wiederholt sich am ganzen Nordrand der Alpen.

---

[1] Diese Erwägungen sind nicht der Ausfluss von theoretischen Spekulationen, sondern drängten sich mir in der Natur Schritt für Schritt auf.

[2] A. a. O. S. 170.

[3] Vacek, Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt Bd. XXIX 1879.

[4] Siehe die Uebersichtskarte der Strukturlinien der Westalpen von Diener.

[5] Siehe die tektonische Kartenskizze Seite 43.

Die Klippen des südlichen Rhätikon.

Im östlichen Teil des südlichen Rhätikon sehen wir die rhätische Schubmasse in Klippen aufgelöst. Im westlichen Teil — im Gebiet des Falknis — Tschingel — bilden die Schichten dagegen regelmässig gefaltete Schuppen. Ihrem Charakter nach sind die Klippen vorwiegend Ueberdeckungsschollen, die dem oligocänen Flysch auflagern. Zwischen Wildhaustobel und Badtobel im Fürstentum Lichtenstein fand ich eine einzige Auffaltungsklippe von Kreide im Flysch. Die Klippenbildung vor dem Rand der grossen rhätischen Ueberschiebung ist der Ausdruck stärkster Gebirgsbildung. In engem Zusammenhang mit der Klippenbildung steht die chaotische Schichtenfolge jener Gegend.

Fig. 9.

Die nebenstehende Spezialkarte von dem Grenzgebiet der Trias und des Flysch im Norden des Prättigau (Fig. 9) giebt uns ein Bild davon, wie der der Trias vorgelagerte Jurakreidezug völlig in Klippen aufgelöst ist. Im Westen unseres Gebietes sehen wir fast dieselbe Schichtenfolge noch in zusammenhängendem Verbande. Der zu Beginn des tektonischen Teils beschriebene Prozess des Durchstechens der Schichten, der jene Auflösung eines normalen Schichtenverbandes herbeiführt, ist es, der dieser Klippenbildung zu Grunde liegt. Die Auflockerung und Zerstückelung der Schichten, die mit diesem eigenartigen tektonischen Prozess verknüpft ist, bietet der nachfolgenden Denudation und Erosion eine

leichte Abtragungsarbeit. Regellos durcheinander liegende Klippen mit chaotischer Schichtenfolge ist das gegenwärtige Bild, das die geologische Geschichte jener Gegend gezeitigt hat.

Das Interesse, das dieses Gebiet besonders für unsere tektonischen Kenntnisse bietet, liegt darin, dass wir die Struktur gewaltiger Ueberschiebungsmassen in ihren verschiedenen Phasen studieren können. Mir wenigstens ist kein anderes Gebiet bekannt, wo sich die **Bildung typischer, wurzelloser Klippen seitlich in Schuppenstruktur und Faltenbau** verfolgen liesse[1].

Analoge Klippenvorkommnisse.

Die Klippenbildung im grossen Stile, die wir durch die genaue kartographische Aufnahme jetzt aus dem südlichen Rhätikon kennen gelernt haben, in Verbindung mit jener eigenartigen Tektonik, die jede gesetzmässige Schichtenfolge aufhebt, erinnert uns an die Klippen am Nordrand der Schweizeralpen. Hier bilden sie nach Quereau[2] und Hugi[3] die Reste mächtiger, von Norden her überschobener Schubmassen. Ihr sporadisches Auftreten erklärt sich jetzt auch durch die Auflockerung der Schichten, die in dem Durcheinanderstechen der Schichtenpackete ihre Ursache findet. Die nachträgliche Denudation fand an den aufgearbeiteten Schichten geringen Widerstand.

Die komplizierten Lagerungsverhältnisse theoretisch durch verschiedene Schübe erklären zu wollen, wie Hugi es gethan hat, erscheint mir nach unseren heutigen Kenntnissen wenig erfolgreich. Die Verknüpfung dieser gleichen Dislokationserscheinung mit basischen Eruptivgesteinen[4] ist dem südlichen Rhätikon und den nordschweizerischen Klippen gemeinsam. Die Zugehörigkeit beider Klippenregionen zur vindelicischen Facies lässt ihre engen Beziehungen noch mehr hervortreten. Für die Herkunftsfrage der nordschweizerischen Klippen sei nochmals betont, dass im südlichen Rhätikon sich die Ueberschiebung ungefähr aus Norden vollzog. Ein Schub aus Osten oder sogar aus Süden ist für dieses Gebiet

---

[1] Bis auf den Nordostausläufer der Kreideketten in Vorarlberg folgt die Trennungslinie zwischen West- und Ostalpen durchaus natürlichen Grenzen.

[2] Ich will nicht den Hinweis unterlassen, dass Professor Steinmann das Verdienst zufällt, als erster „die klippenartige Ueberschiebung“ als vorherrschende Dislokation in Bünden klar erkannt zu haben.

[3] Quereau, Klippenregion von Iberg. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz 1893.

[4] Hugi, Klippenregion von Giswyl. Denkschr. der Schweiz. Naturf. Gesellschaft 1900.

absolut ausgeschlossen. Wie ROTHPLETZ auch für das Rhätikon einen Schub aus Osten annehmen kann, ist mir unfassbar. Ebenso ist die Vorstellung von ROTHPLETZ unhaltbar, dass der Zusammenschub 30 km beträgt. Die Ueberschiebungen haben nach meiner Meinung nicht mehr als ca. 5 km betragen. Die Tektonik ist mehr als Aufquellung oder Aufbruch im Sinne STEINMANN's aufzufassen, mit Ueberschiebungstendenz nach Süden für das Gebiet des südlichen Rhätikon.

Die Entstehung der Klippen steht hier in kausaler Verknüpfung mit der primären, regionalen Gebirgsbildung, die wir auf das Einsinken eines Teiles des krystallinen Centralmassives zurückführten. Da nun eine weitgehende Aehnlichkeit zwischen den Klippen des Rhätikon und denen der Nordschweiz besteht, so ist der Gedanke an eine gleichzeitige[1] und in ihren Ursachen gleiche Entstehung nahe liegend. Die Annahme eines versunkenen vindelicischen Gebirges vor dem Nordrand der Schweizeralpen gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch den Nachweis einer vindelicischen Facieszone in situ zwischen der helvetischen und ostalpinen Facies im Rhätikon.

Von anderen Klippenvorkommnissen scheinen die Klippen aus dem Central-Himalaya[2] Aehnlichkeit zu besitzen. Obgleich DIENER von ihnen sagt, dass sie in Europa nicht ihresgleichen hätten, so scheinen sie mit denen im südlichen Rhätikon mehrfache Uebereinstimmung zu besitzen. DIENER giebt folgende Verhältnisse als besonders bezeichnend für die tibetanischen Klippen an: „Die von der Hauptregion des Himalaya abweichende Schichtenfolge. Die bogenförmige, diagonal auf das Streichen der Himalayafalten verlaufende Streichrichtung. Das Auftreten der Klippen inmitten muldenförmigen, von Flysch erfüllten Gebietes. Die innige Verknüpfung mit Diabasporphyriten.“ Auch die Klippen des Rhätikon

[1] Die Klippe des Berglittensteins auf der Südostseite des Säntis gewinnt für diese Frage an Bedeutung. Nimmt man mit QUEREAU, STEINMANN und HUGI die Herkunft der Klippen von Norden an, so muss die Ueberschiebung, die zur Bildung des Berglittensteins führte, jedenfalls v o r Auffaltung des hohen Säntisgebirges sich vollzogen haben. Das Säntisgebirge aber ist ein Produkt der Hauptalpenfaltung, wie meine tektonische Grundrisskarte zeigt. Als früheren Faltungsprozess kennen wir nun die beiden konzentrischen Bogenfalten. Dieser Gedankengang weist unwillkürlich auf einen event. zeitlichen Zusammenhang in der Entstehung der nordschweizerischen Klippen und derer im südlichen Rhätikon hin.

[2] DIENER, Ergebnisse einer geol. Expedition in dem Central-Himalaya 1895, S. 69—75.

gehören einem Bogen an, der diagonal zur Hauptalpenfaltung streicht. Die Verknüpfung mit Diabasporphyriten und ihre Auflagerung auf Flysch sind ebenfalls Merkmale der rhätischen Klippen. Bedeutungsvoll ist auch in Tibet eine regionale bogenförmige Faltung, die nichts mit der Hauptfaltung gemein hat.

Diese auch im Rhätikon gemachte Beobachtung lehrt uns, dass die **Gebirgsbildung keine asymmetrische, einseitige** gewesen ist. Die **Struktur der Erdkruste** erweist sich vielmehr als ein **kompliziertes Netz tektonischer Linien.**

A. Spezielles.

Das von mir bearbeitete Gebiet des südlichen Rhätikon bildet einen Teil der rhätischen Bogenüberschiebung. Die Gliederung ist durch die Tektonik gegeben. Der westliche Teil — Schafboden, Plasteikopf, Falknis, Tschingel — ist durch Schuppenstruktur gekennzeichnet. Die einzelnen Schuppen zeigen zum Teil regulären Faltenbau. Der östliche Teil — vom Tschingel ostwärts bis zur Sulzfluh — weist Klippenbildung auf.

Westlicher Teil.

Durch die primäre Faltung — Ueberschiebung aus Norden, bezw. Nordosten — wurden drei Schuppen gebildet. Die südwestlichste und kleinste besteht nur aus Jurakalk (vindelicische Facies). Sie liegt ganz in oligocänem Flysch eingebettet. Vom Anstein bei Balzers zieht sie eben über der Thalsohle ungefähr bis kurz vor den Wildhaustobel, wo sie auskeilt (vgl. die Skizze Fig. 10, S. 53). Denn jenseits des Tobels sieht man nur typischen Flysch.

Steigt man vom Anstein — jener Felsschwelle an der Landesgrenze zwischen Lichtenstein und der Schweiz am Ausgang der Thalenge Luciensteig gegen Balzers zu — nach Osten das Gehänge gegen Guscha hinan, so kommt man aus oligocänem Flysch in Jurakalk. Dieser bildet die Basis der zweiten Schuppe, welche wir vom Hochgebirgsdorf Guscha bis zum Gleck verfolgen können. Diese Schuppe bildet ein nach Nordosten einfallendes Schichtenpacket von Malm, unterer Kreide und Couches rouges (oberer Kreide). Während der Malm durchgeht, ist die untere Kreide nur von Guscha bis „ob den Türmen“ unter dem Falknis in ganzer Mächtigkeit erhalten. Oestlich davon auf der Nordostabdachung der Gleckhörner gegen das Fläscherthäli sind nur noch unbedeutende Reste vorhanden. Die Couches rouges der oberen Kreide sind nur noch in kleinen Partien an den Rothspitzen oberhalb Guscha vertreten.

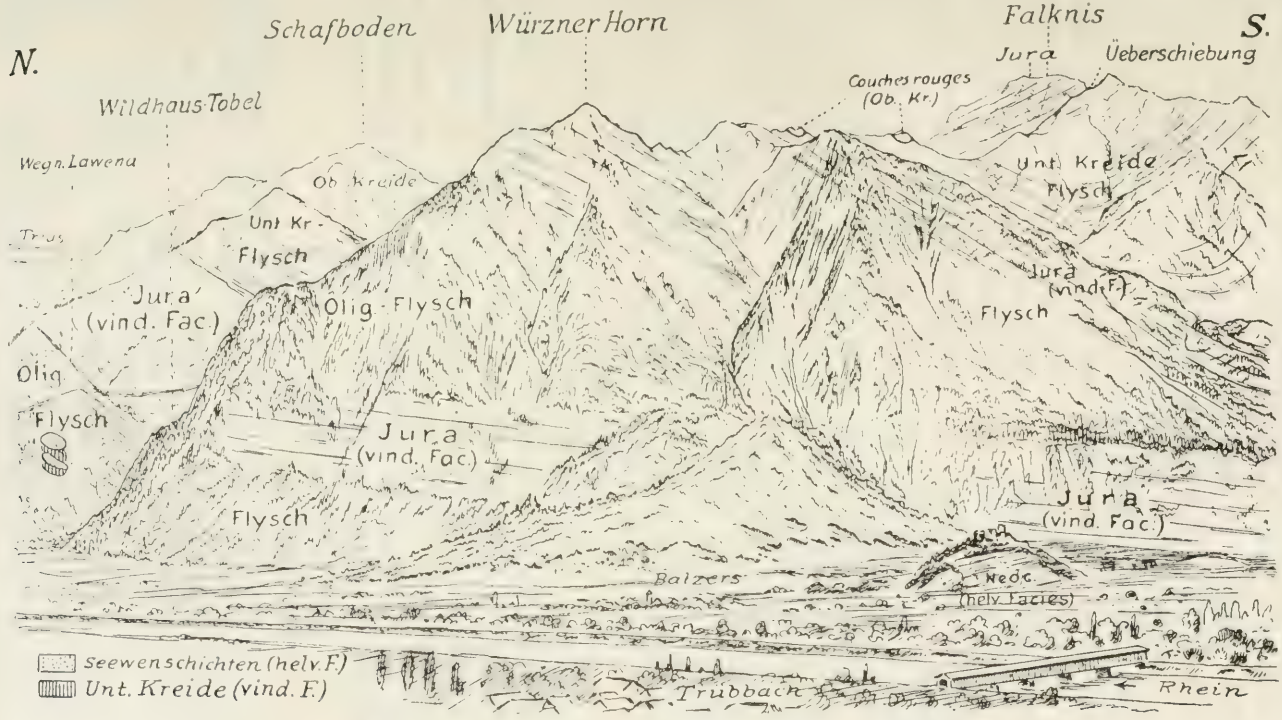


Fig. 10. Ansicht des Würzener Horns von Trübbach aus gesehen.

Die dritte und grösste Schuppe beginnt im Westen mit dem Falknis und lässt sich bis zum Tschingel nach Osten deutlich verfolgen. Westlich vom Falknis keilt diese dritte Schuppe aus und verschmilzt mit der zweiten Schuppe. Auch hier beteiligen sich Malm, untere und obere Kreide an deren Aufbau. Während die ersten beiden (von Westen nach Osten gerechnet) Schuppen einfache Schollen darstellen, sehen wir die dritte in eine oder zwei nach Süden überliegende Falten gelegt. Die Profile I—IV auf Tafel II hinten zeigen uns, dass dieser Faltenwurf der dritten Schuppe vom Rappenstein im Lichtensteinischen bis zum Tschingel konstant durchgeht.

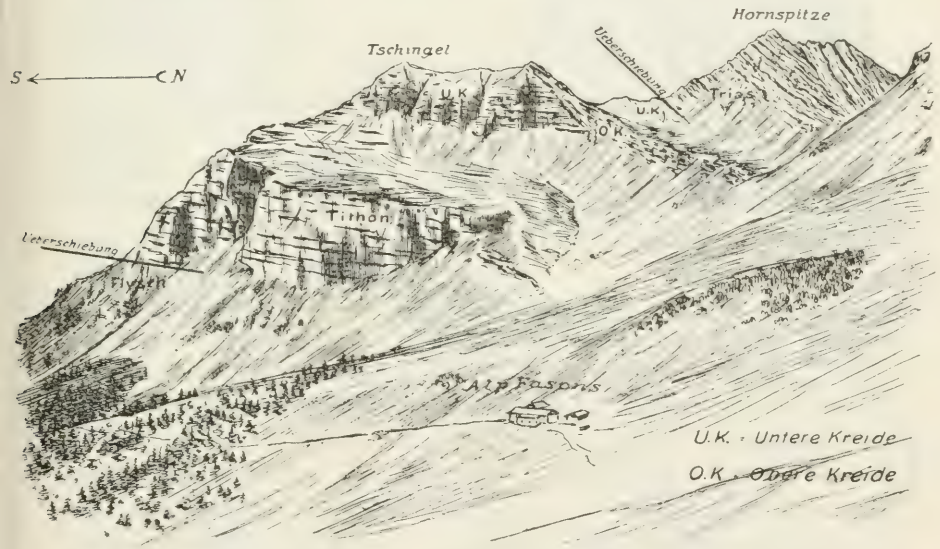


Fig. 11. Ansicht des Tschingel. Ueberschiebung der Trias über Kreide und des Tithon über Flysch.

Auf die dritte Schuppe legt sich schuppenartig die Trias Vorarlbergs. Während die Jurakreideschollen ein mittleres Einfallen nach Norden bezw. Nordosten zeigen, fällt die Trias erheblich steiler ein. Die Triasschichten stehen manchenorts am Ueberschiebungsrand direkt saiger.

Fig. 11 zeigt uns die steilere Trias- und flachere Tithonüberschiebung. Innerhalb der Trias sieht man noch eine untergeordnete Ueberschiebung. Die Diskordanz zwischen oberer und unterer Kreide, die auf der Abbildung gut hervortritt, ist nach meiner Meinung nicht ursprünglich, sondern scheint mir infolge

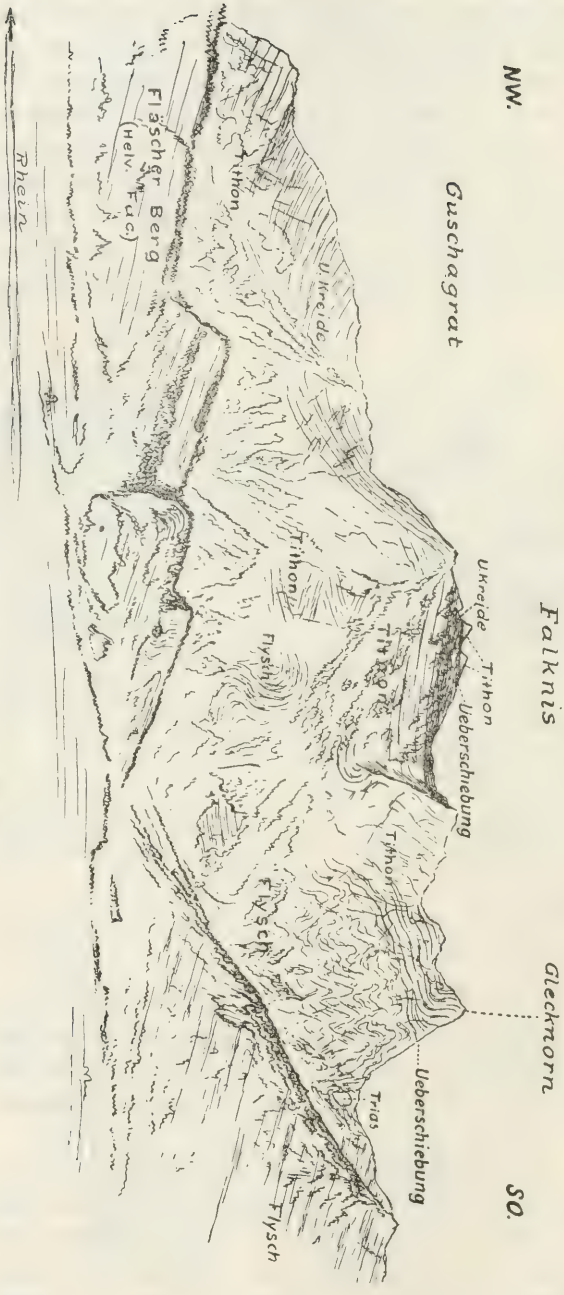


Fig. 12. Ansicht des Falknis von Ragaz aus.

der besonderen tektonischen Verhältnisse (Faltung unter dem Druck einer Ueberschiebungsdecke) und der verschiedenen Gesteinsbeschaffenheit beider Horizonte nachträglich entstanden zu sein. Dies ist um so wahrscheinlicher, als ich diese Diskordanz trotz guter Aufschlüsse sonst nirgends wieder beobachten konnte.

Bei der Juraüberschiebung sehen wir das Tithon weit über den Flysch übergreifen. Diese Stelle zeigt deutlich, dass wir am Nordrand des grossen Prättigauer Flyschgebietes keine Vertikalverwerfung zwischen Flysch und Jura haben, dass vielmehr eine flache Ueberschiebung der Jurakreidekette nach Süden über den Flysch vorliegt.

Die Vorstellung des Prättigau als eines Senkungsfeldes im Sinne Guess. v. Mojsisovics darf damit als endgiltig beseitigt gelten.

Die nachträgliche Hauptalpenfaltung aus Südosten hat auf die Konfiguration der Berge im einzelnen keinen unbedeutenden Einfluss gehabt. Die herrliche Form des Falknis, wie sie sich uns von Süden präsentiert, ist in erster Linie ihr Werk (vgl. Fig. 12, S. 55). Auf der rechten Seite des Bildes sehen wir den Flysch über den Gleck-tobel hinüber in die Basis der Gleckwände setzen. Dort bildet er die Unterlage der Tithonüberschiebung aus Nordosten. Hätte sich nur diese rhätische Ueberschiebung vollzogen, so müssten sich Malm und untere Kreide der Schubmasse in der Landschaft ziemlich horizontal ausbreiten. Dagegen finden wir Malm auf die kurze Entfernung von $1\,^1/_2$ km — von Guscha bis auf den Gyr — in Höhendifferenzen von über 1000 m auftreten. Diese Stauung und Auftürmung sehen wir an der steilen Gyrenwand von der Luciensteig aus in Form mehrfach übereinanderliegender, spitzwinkliger, sehr komplizierter Falten. Am Fuss der Gleckhörner staut sich der Flysch, wie obige Figur zeigt, zu einer Reihe von spitzen Gewölben auf. Auch diesen Zusammenschub bewirkte die nachträgliche Hauptalpenfaltung.

Um sich beim Anblick des Falknis den Vorgang seiner Entstehung vorzustellen, denke man sich erst das Tithon und die untere Kreide en bloc aus Nordost flach überschoben und nachträglich aus Südost gefaltet. Der Falknisgipfel stellt eine weitere Tithonschuppe dar, die mit der ersten Ueberschiebung gebildet wurde.

Stratigraphisch möchte ich noch zu obigem Bilde hinzufügen, dass der Flysch im Gleck und an der Basis der Gleckhörner als oberste Decke der helvetischen Schichtenfolge anzusehen ist, die am Fläscherberge infolge Denudation schon mit dem Neocom aufhört. Auf den oligocänen Flysch der helvetischen Facies legt sich die vindelicische Facies der rhätischen Schubmasse.

Oestlicher Teil.

Vom Tschingel ostwärts verschmälert sich die bis dahin mehrere Kilometer breite und einige hundert Meter mächtige Jurakreidezone zu Felsschwellen von nur wenigen Meter Mächtigkeit. Weiter östlich gegen Lünereck zu entwickelt sich erst der richtige Klippencharakter. Tafel VI zeigt uns eine echte Klippenlandschaft aus unserem Gebiet. Der Uebergang von deutlicher Schuppenstruktur in eine wahre

Quetschzone[1] vollzieht sich östlich des Tschingel oberhalb der Alp Fasons ziemlich unvermittelt. Die Lagerung ist wegen der dynamometamorphen Veränderung der Gesteine und durch die habituelle Aehnlichkeit der beiden verschiedenaltrigen Flyschhorizonte schwierig zu erkennen. Ich habe mich der Mühe unterzogen, den Bau dieser komplizierter Strecke zwischen der Alp Fasons und der neuen Scesaplanahütte genau zu studieren.

Die Kartenskizze Fig. 13 giebt uns eine Uebersicht über die Lagerung innerhalb der Quetschzone oberhalb der Alp Fasons. Im Westen sehen wir die Trias die ganze Jurakreidezone vollständig überholen. Die Gesteine des Jura und der Kreide liegen direkt unter dem Muschelkalk. Unter dem Druck der überlagernden Trias ist eine gewaltige Reduktion der Schichtenmächtigkeit vor sich gegangen. Der linke Teil der Kartenskizze — über dem ersten *s* von Fasons — wird durch die geologisch illustrierte Ansicht Fig. 14 (S. 58) verdeutlicht.

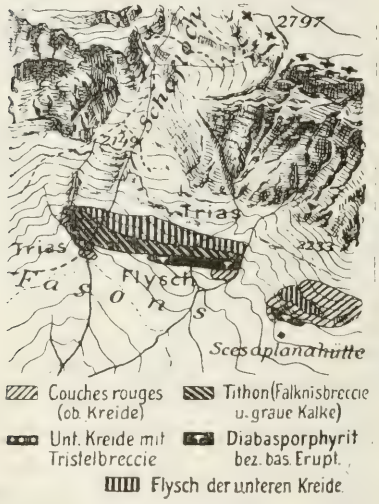


Fig. 13. Geologische Kartenskizze der Alp Fasons. 1:50000.

Die Schichten sind stark gefaltet und zerdrückt. Trotzdem kann man unter der Trias untere Kreide, Tithon, nochmals untere Kreide und obere Kreide erkennen. Die drei letzten Horizonte bilden vielleicht den verkehrt liegenden Schenkel einer ausgequetschten Falte.

Ungefähr 5—600 m nordwestlich der neuen Klubhütte — zwischen *p* und *s* von Alpstein — enthüllt sich zwischen zwei Quellarmen folgendes Bild, das dem östlichen Teil der Quetschzone auf obiger Kartenskizze entspricht (s. Fig. 15 S. 58).

Im Vordergrunde sehen wir eine Moräne, die durch den Bach zerschnitten ist. Unter der Triaswand der Scesaplana folgen erst Flyschmergel der unteren Kreide, dann folgen in Konkordanz (auf der rechten Hälfte des Bildes) von oben nach unten Tithon, untere

[1] Auf der beigegebenen geol. Karte habe ich diese Ausquetschungszonen mit einer besonderen Farbe ausgezeichnet.

Fig. 14. Geologische Ansicht des westlichen Teils der Quetschzone auf der Alp Fasons.

Kreide mit basischem Eruptivgestein und Couches rouges der oberen Kreide. Dieser Schichtenkomplex ruht auf oligocänem Flysch. In der Mitte des Bildes sehen wir die Couches rouges plötzlich ab-

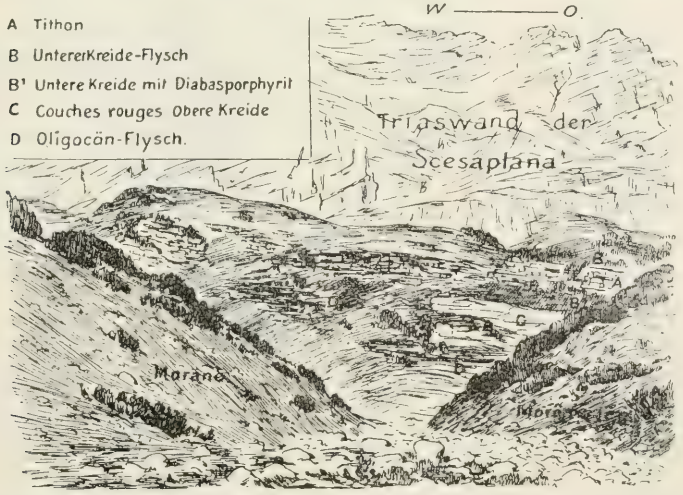


Fig. 15. Geologische Ansicht des östlichen Teils der Quetschzone auf der Alp Fasons.

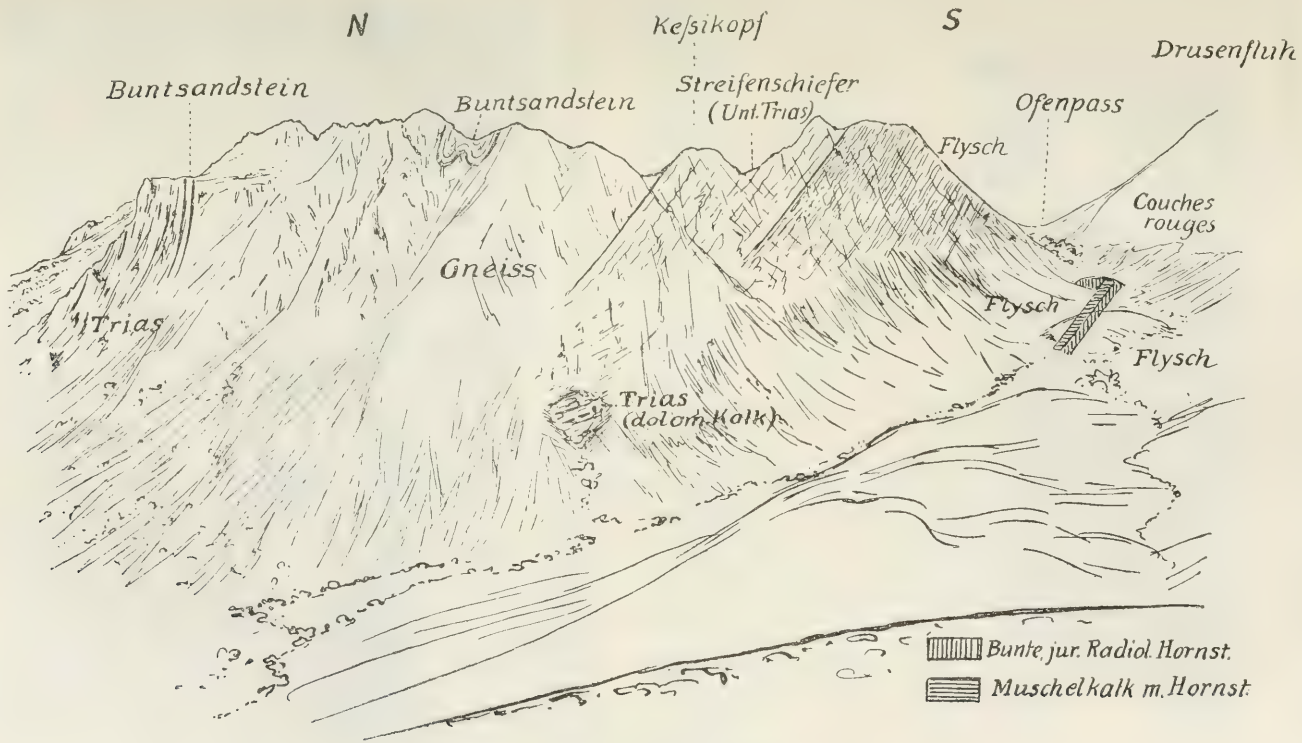


Fig. 16. Gneissscholle am Kessikopf.

reissen und auskeilen, so dass untere Kreide auf Oligocän zu liegen kommt. Die Flyschähnlichkeit beider Horizonte lässt eine sichere Trennung nicht zu.

Soweit es möglich war, habe ich auf der geologischen Karte die Klippen eingetragen. Die Quetschzone bei den Kirchlispitzen habe ich bereits in Fig. 9 (S. 49) detailliert wiedergegeben.

Hinweisen möchte ich auf die Gneissscholle, die am Kessikopf[1] nördlich der Drusenfluh auftritt als westliche Fortsetzung des seit langem bekannten Gneissvorkommnisses an der Geisspitze. Eine besondere tektonische Bedeutung kann ich diesem nicht beimessen. Die geologische Ansicht Fig. 16 (S. 59) zeigt uns den Gneisskeil und den schuppenartigen Zusammenschub der Schichten.

Im Norden legen sich auf den Gneiss und den Buntsandstein: schwarze Mergel und gelbe mergelige Kalkschiefer, sodann graue oolithische Kalke. Die Kalke der Trias werden gegen Norden zu sehr hornsteinreich. Welchem Alter die Schichten über dem Buntsandstein angehören, vermag ich nicht zu entscheiden. Unter den Gneiss legt sich ein Schichtenkomplex, der der unteren Trias angehört. Ihr Charakter ist ausserordentlich flyschähnlich, so dass ich lange Zeit schwankend war. Wie ich im stratigraphischen Teil bereits hervorhob, zeigen die Theobald'schen Streifenschiefer der unteren Trias im südlichen Rhätikon eine Neigung zur flyschartigen Ausbildung. Eine eingehende Vertiefung in die feineren petrographischen Unterschiede wird diese Zweifel heben können[2]. Durch Kalkspatadern gestreift erscheinende Kalkschiefer und hornsteinreiche Kalke sind Erkennungsmerkmale für die Flyschfacies der unteren Trias.

Wie ich oben bereits hervorhob, ist die breite Jurakreidezone des Falknisgebietes östlich des Tschingel stark verquetscht. Aus dem normalen Schuppenbau bildet sich nach Osten allmählich der Klippencharakter mit der ihm besonderen Struktur heraus. Ich habe den Wechsel in der Klippenzusammensetzung durch eine grosse Zahl von Profilen (siehe Tafel VI) zu verdeutlichen versucht. Sie folgen in kleinen Abständen von wenigen hundert Metern. Die Tracen derselben sind auf der beigegebenen geologischen Karte angegeben und von Westen nach Osten von 1—15 numeriert.

[1] Meine Aufnahmen erstrecken sich nach Osten nur bis zum Kessikopf. Der Uebersichtlichkeit des Gesamtbildes wegen ist das östlich davon gelegene Gebiet als Trias angelegt.

[2] Lokale Studien zeigen einen Punkt, wo diese flyschartigen Schichten in typisch pechschwarzen Muschelkalk übergehen.

Zum Besuch unserer Gegend wähle man als Ausgangspunkt Maienfeld an der Bahnstrecke Zürich-Chur und Rorschach-Chur. In dem Bahnhofhotel daselbst habe ich während mehrerer Jahre hindurch gute und fürsorgliche Aufnahme gefunden. Demjenigen, welcher der Zeit- und Müheersparnis wegen eine Führung haben will, empfehle ich meinen treuen und unermüdlichen Begleiter Christian Just in Boval oberhalb Maienfeld. Der Wirt im Bahnhofhotel, Herr Bislin, ist bereit, denselben auf Verlangen davon in Kenntnis zu setzen.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I.

Geologische Karte des südlichen Rhätikon, 1 : 50 000, nebst Deckblatt mit Angabe der Profiltracen.

Taf. II.

Profile I—IV durch den südlichen Rhätikon, 1 : 50 000. Zeigen im besonderen die primäre Faltung aus NO. Lage der Tracen siehe Deckblatt zu Taf. I (römische Zahlen).

Taf. III.

Profile V—VII durch den südlichen Rhätikon, 1 : 50 000. Zeigen im besonderen die sekundäre Faltung aus SO. Lage der Tracen siehe Deckblatt zu Taf. I (römische Zahlen).

Taf. IV.

Spezialprofile 1—8 durch den südlichen Rhätikon. Lage der Tracen siehe Deckblatt zu Taf. I (arabische Zahlen).

Taf. V.

Spezialprofile 9—15 durch den südlichen Rhätikon. Lage der Tracen siehe Deckblatt zu Taf. I (arabische Zahlen).

Taf. VI.

Ansicht der Kirchlispitzen, der Drusenfluh und Sulzfluh von Westen.

Taf. VII.

Fig. 1. *Lepidodendron* — ähnlicher Rest aus dem Oligocänflysch von GANEY. 1/2 nat. Gr. S. 5.

Fig. 2. *Granularia* sp. Untere Kreide. Zwischen Schafboden und Plasteikopf. 1/2 nat. Gr. S. 23.
„ 3. *Caulerpa* sp. Untere Kreide. N.-Plasteikopf. Nat. Gr. S. 23.

Taf. VIII.

Fig. 1. *Phycopsis Targioni,* Brgt. Untere Kreide. Zwischen Schafboden und Plasteikopf. Nat. Gr. S. 22.
„ 2. *Phycopsis arbuscula,* Fisch.-Oost. Untere Kreide. Iësfürkli. Nat. Gr. S. 22.
„ 3. *Keckia* sp. Untere Kreide. Plasteikopf. Nat. Gr. S. 23.
„ 4. *Phycopsis affinis,* Sternb. Untere Kreide. Zwischen Schafboden und Plasteikopf. Nat. Grösse. S. 22.

Taf. IX.

Fig. 1. *Calpionella alpina,* Lorenz. Malm. Rhätikon. Leitform für Malm. Photographie. Längsschnitte kreuzförmig. × 38, 5. S. 27.
„ 2. *Pithonella ovalis,* Kaufm. sp. Obere Kreide (Seewenschichten). Oberstdorf, Algäu. Leitform für Seewenkalk. Photographie. Längsschnitte oval, Querschnitte kreisförmig. × 38, 5. S. 13.

Die Entwicklung der Alkaloïdchemie im 19. Jahrhundert und ihre Bedeutung für die Medizin.

Von

Professor Dr. **Albert Edinger.**

Mit 1 Tafel.

Die grossen Fortschritte, welche die moderne Chemie in den letzten Dezennien sowohl auf anorganischem wie auf organischem Gebiete gemacht hat, dürften wohl ziemlich allgemein bekannt sein.

Man weiss, welch gewaltigen Aufschwung unsere Technik durch Nutzbarmachung physikalischer Methoden auf chemischem Gebiet genommen hat, wie die Zahl der mannigfaltigen Produkte, die aus dem Steinkohlentheer direkt und indirekt gewonnen werden können, fast ins Unzählbare gewachsen ist, dass schliesslich auf dem Grenzgebiete der Physiologie und Chemie eine Reihe von Thatsachen festgestellt worden sind, die ein Gebiet weiter fruchtbarer Arbeit erschlossen haben.

Wenn nun hier der Versuch gemacht wird, in möglichster Kürze die wichtigsten Thatsachen aus einem Teilgebiete der Pflanzenchemie vor Augen zu führen, so geschieht dies deswegen, um in grossen Zügen ein Bild zu entwerfen, wie tief eingreifend die zahlreichen neu gefundenen Methoden, besonders die des Auf- und Abbaues von Substanzen mit selbst hochkomplizierter Konstitution auch auf die Erkenntnis der Pflanzenstoffe gewesen sind, und welch grosse Vorteile die Menschheit in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht daraus hat schöpfen können.

Diejenigen Pflanzenarten, welche sich durch besondere Wirkung auf den tierischen Organismus auszeichnen, sind von alters her Gegenstand eingehender Betrachtung und Forschung gewesen. Die

Wirkung der Chinarinde war den Peruanern bereits bekannt, als die Spanier (1526) ihr Land eroberten, die Kenntnis der Wirkung des Opiums und des Schierlings lässt sich bis in das graue Altertum hinein verfolgen. Aber der weitaus grösste Teil jener Medizinalpflanzen, welche physiologisch wirksame Stoffe enthalten, kam Jahrhunderte hindurch ausschliesslich in Form von Extrakten und Mixturen zur Anwendung. Diesen Präparaten haftete naturgemäss der Uebelstand an, dass eine grosse Masse wirkungsloser oder die Wirkung selbst beeinträchtigender Substanzen gleichzeitig dem Organismus zweckloserweise einverleibt wurde, und vor allem war eine wirklich genaue Dosierung für medizinische Zwecke unmöglich.

Wenn man sich nun heutzutage mit den wichtigsten, arzneilich verwendeten Pflanzenstoffen vertraut machen will, so muss man seine Aufmerksamkeit in erster Linie auf zwei Arten derselben richten, nämlich auf die sogenannten Glykoside und auf die Alkaloïde. Diese zwei Körperklassen, welche mit hervorragenden physiologischen Wirkungen begabt sind und aus dem Pflanzenreiche gewonnen werden können, sind nun, wie die Untersuchungen der letzten Zeit gelehrt haben, chemisch grundverschieden und können folgendermassen definiert und von einander gesondert werden:

Als Glykoside bezeichnet man diejenigen im Pflanzenreiche vorkommenden Verbindungen, welche unter mannigfachen besonderen Einflüssen, wie beim Erwärmen mit verdünnten Säuren oder Alkalien, seltener durch Kochen oder Ueberhitzen mit Wasser, oder auch durch Einwirkung von Fermentkörpern (Gährungserregern) bei bestimmter Temperatur unter Aufnahme von Wasser in einen Zucker oder mehrere Zuckerreste und irgend welche andere, nicht zu den Zuckerarten gehörende Körper gespalten werden.

So wird z. B. das in den bitteren Mandeln vorkommende Glykosid Amygdalin $C_{20}H_{27}NO_{11}$ durch Spaltung mit verdünnter Schwefelsäure oder durch Einwirkung des Fermentes Emulsin zerlegt in

Bittermandelöl	C_6H_5CHO
Traubenzucker	$C_6H_{12}O_6$
Blausäure	HCN.

Das in Weidenarten vorkommende Salicin giebt mit verdünnten Säuren oder einem Fermente, z. B. Emulsin: Salicylalkohol und Traubenzucker

$$C_{13}H_{18}O_7 + H_2O = C_7H_8O_2 + C_6H_{12}O_6.$$

Es ist bei diesen Spaltungen keineswegs notwendig, dass immer die gleiche Zuckerart abgespalten wird, vielmehr hat u. a. z. B. Kiliani bei dem aus der Digitalispflanze gewonnenen ungiftigen Glykosid Digitonin gefunden, dass beim Behandeln desselben mit Salzsäure Digitogenin, Galaktose und Dextrose entstehen.

Diese Körperklasse, so interessant sie aber an sich sein mag, ist selbst heutzutage noch zu wenig untersucht, als dass man es wagen könnte, hier bereits jetzt einen Gesamtüberblick über die bisherigen Forschungen zu geben. Keineswegs hat es an vielen und nutzbringenden Untersuchungen gefehlt, aber die Natur dieser Substanzen selbst, welche schon von vornherein aus mehreren ganz heterogenen Resten, überdies verschiedener Körperklassen zusammengesetzt sind, stellt hier und da der chemischen Untersuchung noch grössere Schwierigkeiten entgegen, als die Alkaloïdforschung, bei der man es meistenteils mit Stoffen einheitlicher Herkunft zu thun hat. Darum soll hier ein, wenn auch nur in grossen Zügen zu erlangender Ueberblick über die Alkaloïdchemie gegeben werden.

Alkaloïde.

Was man eigentlich unter dem Begriff der Alkaloïde zu verstehen hat, war mit absoluter Genauigkeit lange nicht festzustellen, und es herrschen auch noch heute über ihre Einteilung zum Teil verschiedene Ansichten.

Im allgemeinen unterscheidet man heute zwischen:

1. Alkaloïden im weiteren Sinne,
2. solchen im engeren Sinne und
3. schliesslich den sogenannten tierischen Alkaloïden,

d. h. Stoffen, die teilweise im pflanzlichen wie im tierischen Organismus gleichzeitig, teilweise in letzterem allein vorkommen.

Sämtliche Alkaloïde können von den Glykosiden ganz allgemein dadurch unterschieden werden, dass in ihrer eigentlichen Konstitution als solcher, durch Salzsäure, Fermente etc. nichts Besonderes geändert wird. Eine Spaltung, wie sie dort als Regel auftritt, findet hier nicht statt; ebenso wenig existieren ein oder mehrere Zuckerreste im Molekül. Allen Alkaloïden ist zweierlei gemeinsam, nämlich

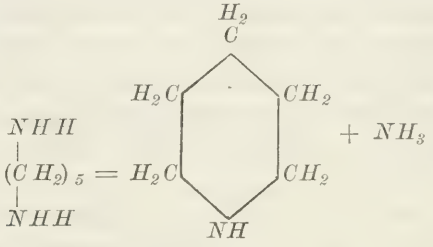
1. ihr Gehalt an Stickstoff und
2. eine Folge davon, ihre allgemeinen Eigenschaften, die sie stets als Derivate des Ammoniaks erscheinen lassen,

d. h. in erster Linie ihr basischer Charakter. Wir sind somit in der Lage, als Alkaloïde im weiteren Sinne alle jene stickstoffhaltigen, zum Teil auch im Pflanzenreiche vorkommenden Basen zu betrachten, die sich ähnlich wie Ammoniak oder die fixen Alkalien (Kalilauge, Natronlauge) verhalten.

Alkaloïde im engeren Sinne.

Durch neuere Versuche hat man sich veranlasst gesehen, den Namen der Alkaloïde im engeren Sinne nur auf einen beschränkten Kreis von mit hervorragenden, physiologischen Eigenschaften begabten stickstoffhaltigen Pflanzenstoffen zu beziehen, welche Abkömmlinge ganz bestimmter Substanzen von ringförmiger Struktur sind, welche sich unter Umständen aus offenen, kettenförmigen Verbindungen bilden können.

Als in erster Linie hierher gehöriges Beispiel sei das sogenannte Piperidin erwähnt, welches leicht aus dem Pentamethylendiamin durch Abspaltung von Ammoniak entsteht.



Diese Ringe sind gewissermassen Grundlage der aus ihnen resultierenden Körper. Sie geben dem Chemiker, ähnlich wie das Skelett dem Anthropologen, einen gewissen Anhalt, auf die Eigenschaften des aus ihm entstehenden höher konstruierten Körpers ungefähre Schlüsse zu ziehen. Die moderne Chemie hat sich nun eingehend mit diesen sogenannten Skeletten befasst, hat die physiologische Wirkung derselben selbst bestimmt und dann, soweit dies nach dem heutigen Stande unserer Wissenschaft möglich, durch Einführung neuer Substituenten in diese Gerippe versucht, auf sogenanntem synthetischen Wege den künstlichen Aufbau dieser höchst interessanten Stoffe zu erzielen oder doch wenigstens demselben möglichst nahe zu kommen. Parallel mit diesen Versuchen gingen naturgemäss die Untersuchungen, die dahin zielten:

1. aus einem Pflanzensafte die wirksamen Bestandteile in einer womöglich krystallisierten Form darzustellen;

2. diese reinen Bestandteile auf Grund derjenigen Reaktionen, deren Gesetzmässigkeit bekannt war, gradatim abzubauen. Zu diesen Reaktionen gehören in erster Linie die der Oxydation und Reduktion, Alkylirung u. a.

Man ist vermittelst mancher Oxydationsmittel in der Lage, eine quantitative Sauerstoffmenge zur Oxydationswirkung gelangen zu

lassen und damit im stande, den Abbau eines unbekannten Körpers oft bis zu einer Grenze zu vollziehen, welche es geeignet erscheinen lässt, das bei diesem exakten Verfahren erhaltene Produkt mit vielleicht bereits bekannten zu vergleichen.

Mit Zuhilfenahme solcher und weiterer Operationen ist es nun gelungen, die Konstitution mehrerer Pflanzenstoffe gänzlich aufzuklären, bei anderen ist man auf dem besten Wege, solches zu erreichen oder hat Atomkomplexe eliminieren können, welche auf ihre chemischen und physiologischen Eigenschaften untersucht wurden und dem ganzen Alkaloïde gewissermassen das Gepräge gegeben haben.

Verfolgt man diese Thatsachen nun zunächst vom rein historischen Standpunkte, so sieht man, dass am Ende des 18. Jahrhunderts die Ansicht vorherrscht, die Pflanze könne lediglich Produkte neutralen oder sauren Charakters erzeugen. Die Entstehung resp. Bildung von Körpern, welche dem Ammoniak nahestanden, die elementare Konstitution der Pflanzenbasen war gänzlich unbekannt.

Der erste, welcher die damals epochemachende Entdeckung eines solchen Körpers machte, war Dr. FRIEDR. SERTÜRNER, Apotheker in Einbeck in Hannover, welcher 1805 das Morphin als spezifischen Bestandteil des Opiums erkannte und nachwies. (Unter Opium verstehen wir bekanntlich den eingetrockneten Milchsaft der grünen Samenkapseln des Mohns, Papaver somniferum, aus dem später noch die folgenden Alkaloïde isoliert wurden: Codeïn, Thebaïn, Papaverin, Narkotin, Narceïn u. a.)

Zwar hatten sich zahlreiche Forscher wie BAUMÉ, DEROSNE, SÉGUIN schon vor ihm mit der Chemie dieses Pflanzenstoffs befasst, allen aber entging die basische Natur desselben, die man, wenn sie je beobachtet worden war, auf die Gegenwart von Ammoniak, welches das Präparat verunreinigen sollte, geschoben hatte.

SERTÜRNER hob nun zunächst die alkalische Reaktion der von ihm isolierten neuen Base hervor und betont ausdrücklich, dass es kein Ammoniak sei, welches die basische Reaktion bedinge. SERTÜRNER stellte ferner neutrale Salze des Morphins dar und ebenso hebt er hervor, dass diese Base Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff enthalte. Der direkte Nachweis des Stickstoffs und die erste Elementaranalyse des neuen Körpers wurde jedoch erst von BÜSSY geführt.

Diese Entdeckung SERTÜRNER's schien anfangs trotz ihrer enormen Tragweite unbeachtet zu bleiben, erst vom Jahre 1817 an

beschäftigte man sich allgemein mit diesen Untersuchungsresultaten, die inzwischen im genannten Jahre durch weitere Mitteilungen Sertürner's über die stark giftigen Eigenschaften, die sonstigen physiologischen Wirkungen und die Krystallisationsfähigkeit des Morphins bereichert wurden; er erkannte bereits damals richtig, dass das Morphin im Opiumsaft an eine Säure, die Mekonsäure, gebunden sei und nicht in freiem Zustande existiere, vielmehr erst aus seiner Verbindung freigemacht werden müsse.

Die bedeutendsten Forscher wie Gay-Lussac, Cuvier, Magendie unterstützten fortan die Untersuchungsresultate Sertürner's und die ganze wissenschaftliche Richtung, welche diese Untersuchungsresultate zu Tage gefördert hatte. Weiterhin wurde von Magendie auch auf den therapeutischen Wert der neu entdeckten Basen hingewiesen. Von nun an brachte denn auch jedes Jahr fast neue Entdeckungen auf dem Gebiete der Pflanzenchemie, und innerhalb der nächsten 18 Jahre wurden fast alle wichtigeren Alkaloïde auf Grund der Sertürner'schen Erfahrung isoliert. Es wurden der Reihe nach gefunden und beschrieben:

Narkotin	1817	(Robiquet),
Veratrin	1818	(Meissner),
Strychnin	1818	(Pelletier und Caventou),
Piperin	1819	(Oersted),
Brucin	1819	(Pelletier und Caventou)
Chinin Cinchonin	1820	(Pelletier und Caventou),
Coffeïn	1820	(Runge),
Coniin	1827	(Giesecke),
Nikotin	1828	(Posselt und Reimann),
Curarin	1828	(Roulin [1828] und Preyer [1860]),
Codeïn	1832	(Robiquet),
Narceïn	1832	(Pelletier),
Atropin	1833	(Mein, Geiger und Hesse).

Es sind dies freilich nur die wesentlichsten der hier zu erwähnenden Pflanzenbasen, eine grosse Reihe anderer wurde in diesen und den darauffolgenden 50 Jahren entdeckt, aber es würde zu weit führen, wollte man auf alle diese Substanzen auch nur oberflächlich eingehen. Darum soll lediglich in Kürze zunächst über das natürliche Vorkommen derselben berichtet und sodann eine allgemeine chemische Einteilung auf Grund der Konstitution der Alkaloïde aufgestellt werden.

Die Pflanzenalkaloïde finden sich fast nur in Dikotyledonen vor; das noch wenig untersuchte Colchicin ist ein Bestandteil einer monokotylen Pflanze, nämlich der Herbstzeitlose, Colchicum autumnale. Zu erwähnen sind noch Veratrin, Cevadin und Sabadin, welche sich in der Niesswurz, Veratrum album, bezw. dem Läusekraut, Veratrum Sabadilla, vorfinden. Auch diese Pflanzen gehören, wie die Herbstzeitlose, in die Familie der Colchicaceae.

Die Alkaloïde sind in den Pflanzen meist nicht als freie Basen enthalten, sondern in Form von Salzen, verbunden mit den im Pflanzenreiche weit verbreiteten sogenannten Pflanzensäuren, besonders mit Aepfelsäure, Citronensäure und vielfach mit Gerbsäuren. Verschiedene Alkaloïde sind aber im Pflanzenorganismus mit ganz bestimmten Säuren verbunden, welche sich in anderen Pflanzen nicht vorfinden, wie die Opiumalkaloïde mit Mekonsäure, die Chinaalkaloïde mit Chinasäure. Bemerkenswert ist ferner, dass manche grosse Pflanzenfamilien keine Alkaloïde produzieren, wie die Labiaten. Auch die wohl viele hundert Spezies umfassende Familie der Kompositen hat nur sehr wenige Vertreter, welche Alkaloïde liefern.

Alkaloïde produzierende Familien sind besonders: die Rubiaceae (Cinchona, Coffea, Ipecacuanha [Emetin]), Papaveraceae (Papaver, Chelidonium), Solanaceae (Belladonna, Stramonium, Nicotiana, Capsicum, Hyoscyamus, Solanum), Ranunculaceae (Aconitum, Delphinium, Hydrastis).

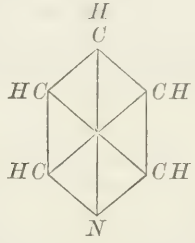
Was nun die chemische Einteilung der Alkaloïde betrifft, so kann man mit einem gewissen Stolz auf die bis zum Schluss des 19. Jahrhunderts erzielten Resultate zurückblicken. Durch die unermüdlichen Arbeiten A. W. von HOFFMANN's, LADENBURG's, GOLDSCHMIDT's, SKRAUP's, GRAEBE's, KNORR's und vieler anderen sind wir in die Lage versetzt, gestützt auf durch das Experiment festgestellte Thatsachen, wenigstens für fast alle Alkaloïde im engeren Sinne eine gewisse Fundamentaleinteilung auf Grund ihrer chemischen Konstitution festzusetzen.

Durch mannigfache Operationen, besonders durch Destillation mit Kali, ist es bei vielen dieser Stoffe gelungen, wie schon oben angedeutet wurde, diese Pflanzenstoffe bis auf ihre sehr widerstandsfähigen Skelette zu zerstören resp. abzubauen. Dadurch aber gerade ist uns eine bequeme Handhabe gegeben, die Alkaloïde von ihren Grundsubstanzen aus, ohne die sie nicht gedacht werden können, auch wieder aufzubauen. Diese Grundsubstanzen aber sind zum Teil nun sämtlich nicht nur durch chemische, teilweise

komplizierte Reaktionen aus dem Pflanzenreiche gewonnen worden, sondern sie sind auf Grund der fortschreitenden Erfahrung, die wir über den Auf- und Abbau chemischer, stickstoffhaltiger Verbindungen überhaupt gewonnen haben, man kann sagen, geradezu aus den sie zusammensetzenden Elementen aufgebaut worden.

Hierher gehören nun der Reihe nach die folgenden Substanzen, die, abgesehen von der künstlichen Synthese, auch grösstenteils aus den höheren Fraktionen des Steinkohlentheers isoliert werden konnten und deren genaues Studium das meiste Licht auf dem Gebiete der Alkaloïdchemie verbreitete.

I. Pyridin.

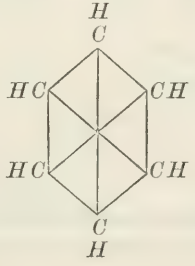


1846 gelang es Anderson, aus dem Produkte der trockenen Destillation der Knochen — dem sogenannten Dippel'schen Oele — das Pyridin zu isolieren. Von den oben erwähnten Alkaloïden gaben nun Nikotin, Coniin, (Brucin, Strychnin) u. a. mehr beim Glühen mit Zinkstaub Pyridin. Das Pyridin selbst aber lässt sich synthetisch leicht darstellen.

1. Pentametylendiamin + Hitze = NH_3 + Piperidin.
   Piperidin + H_2SO_4 = Pyridin (Königs).
2. $2\,CH_2 = CH - C\begin{smallmatrix}\diagup\!\!\diagup O \\ \diagdown H\end{smallmatrix} + NH_3 = C_5H_4N(CH_3)$.

Das Pyridin ist ein übelriechendes Oel, das in allen Verhältnissen mit Wasser mischbar ist. Das Gemenge seiner Homologen wird zum Denaturieren des Spiritus benutzt. Es besitzt einen ausgesprochen basischen Charakter und vereinigt sich leicht mit Mineralsäuren, wie Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, zu Salzen. Das Pyridin bildet in ähnlicher Weise wie die Alkalien Doppelsalze. Ebenso vereinigt es sich meist unter heftiger Reaktion mit Jodmethyl und weniger leicht mit höheren Alkylen.

Das Pyridin ist nun theoretisch vom Benzol so herzuleiten, dass eine

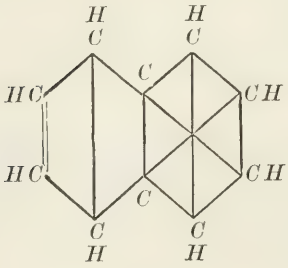


CHGruppe durch N ersetzt gedacht wird, und die von demselben herstammenden Alkaloïde stehen zum Pyridin in demselben Verhältnis wie die Homologen oder sonstigen Derivate des Benzols, z. B. Propylbenzol, zu ihrer Muttersubstanz, dem Benzol selbst. Das Pyridin ist ferner als echtes tertiäres Amin leicht mit Wasserdämpfen flüchtig. Diese Flüchtigkeit steht bei derartigen Substanzen im allgemeinen im Verhältnis zur Stärke ihrer basischen Eigenschaften. Werden diese Körper mit stark sauren Resten im Kern belastet, so nimmt allmählich auch die Flüchtigkeit ab. Dies gilt namentlich auch für den weiter hier zu behandelnden Körper, das Chinolin.

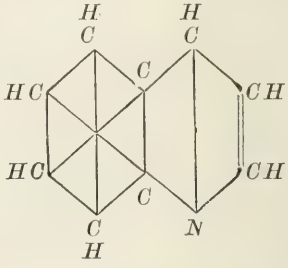
II. Chinolin.

Anfangs der vierziger Jahre hatte RUNGE ebenfalls aus dem Steinkohlentheer das Chinolin entdeckt und isoliert, und 1842 erhielt GERHARD beim Erhitzen des Cinchonins, Chinins und Strychnins mit Aetzkali Chinolin.

KÖRNER verglich zuerst das Chinolin mit dem Naphtalin. Bewiesen wurde

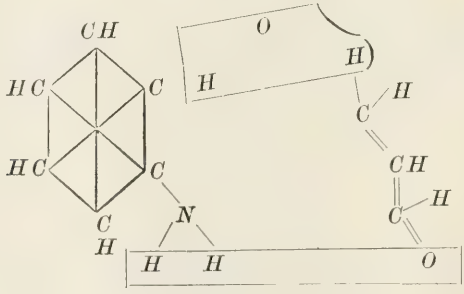


Naphtalin



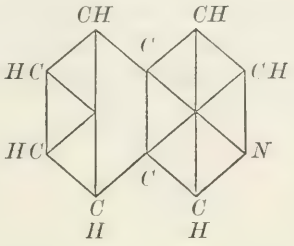
Chinolin

diese Vermutung durch die Arbeiten von KÖNIGS und SKRAUP, welchen beiden Forschern diejenige Synthese des Chinolins zu verdanken ist, nach welcher heute im grossen besagtes Produkt gewonnen wird, nämlich durch Erhitzen von Anilin, Glycerin und Schwefelsäure in Gegenwart von Nitrobenzol.



Inzwischen sind noch eine grosse Anzahl weiterer Chinolinsynthesen entdeckt worden, auf die hier nicht näher einzugehen ist.

Ein weiterer Körper, welcher isomer mit dem Chinolin ist, so nämlich, dass das Stickstoffatom nicht die der gemeinschaftlichen Kernbindung benachbarte *CH* Gruppe ersetzt, ist das Isochinolin.



So irrelevant dieser Unterschied auf den ersten Blick erscheint, und so ähnlich sich Chinolin und Isochinolin äusserlich sind, so giebt doch das Isochinolin beim Aufspalten durch Oxydationsmittel ganz andere Produkte.

Diese Erkenntnis aber, ebenso wie die ganz andere Art, mit der das Stickstoffatom (= Pyridin) funktioniert, drückt dem Isochinolin das Gepräge auf. Das Stickstoffatom im Isochinolin ist nun, was die Addition an Säuren und Halogenalkyle betrifft, genau so beschaffen, wie beim Pyridin und Chinolin. Seine Halogenalkylate aber geben mit *Ag OH* ebenso wie das Pyridin wasserlösliche quaternäre Ammoniumbasen, diese giebt das Chinolin nicht.

Werden diese Ammoniumbasen mit Halogenwasserstoff behandelt, so geben sie Salze, die mit den Halogenalkyl-Additionsprodukten identisch sind. Andererseits kann man diese Halogenalkylate mit Aetzkali behandeln, und hierbei entstehen noch nicht mit Sicherheit aufgeklärte Basen tertiären Charakters. Die Kalilauge wird hier lediglich Halogenwasserstoff abspaltend. Die so entstehenden Pyridin- und Isochinolinderivate gleichen einander auch hier, da beim Behandeln mit Halogenwasserstoffsäure sich nicht mehr die ursprünglichen Additionsprodukte bilden. Beim Chinolinjodmethylat hingegen entsteht z. B. aus dem Verseifungsprodukt mit Kalilauge und nachheriges Behandeln mit Jodwasserstoffsäure wiederum das Ausgangsmaterial: Chinolinjodmethylat.

Man kann also ganz allgemein sagen: das Stickstoffatom im Isochinolin und Pyridin funktioniert gleichartig. Die Funktion des Stickstoffatoms im Chinolin ist eine andere. Dementsprechend aber muss auch für die Konstitution des stickstoffhaltigen Ringes im Pyridin und Isochinolin das gleiche Bindungsverhältnis, für das Chinolin ein anders geordnetes angenommen werden.

Aus allen diesen Beobachtungen geht hervor, dass die von Königs 1880 gegebene Definition für Alkaloïde (im engeren Sinne) heute nicht mehr haltbar ist. Dieselbe lautete nämlich:

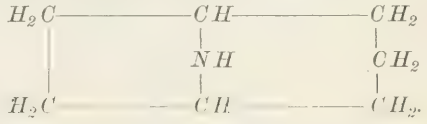
Unter Alkaloïden versteht man diejenigen im Pflanzenreiche vorkommenden organischen Basen, welche Pyridinderivate sind.

Dazu kommen aber noch folgende Momente:

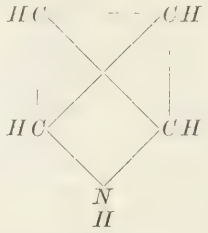
Nicht nur sechsgliedrige Ringe, wie die neuesten Erfahrungen uns gelehrt haben, sind als Grundsubstanzen von eigentlichen Alkaloïden erkannt worden, sondern auf der einen Seite sind Gebilde

mit weniger als fünf $C + N$ Atomen gefunden worden, so das Pyrrol und sein Hydroprodukt, das Pyrrolidin, wie auch solche Ringe, die wir als polycyklische auffassen können, vorkommen und nach den neuesten Untersuchungen von WILLSTÄDTER z. B. im Coecaïn angenommen werden.

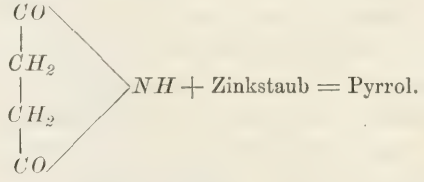
Diesem Alkaloïd liegt nämlich folgender Ring zu Grunde:



Das Pyrrol, welches mit dem Pyridinring verkettet im Nikotin, Atropin, Hyoscyamin und nunmehr auch, wie oben angegeben, im Cocaïn angenommen wird, besitzt die folgende Zusammensetzung:



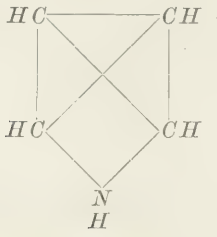
Dasselbe wird vornehmlich erhalten bei der trockenen Destillation der Steinkohle und der Knochen. Für seine Isolierung wird der von 98—150° siedende Anteil mit Kalilauge erhitzt, solange noch Ammoniak entweicht. Darauf wird die bei 130—160° übergegangene Fraktion mit festem Aetzkali erhitzt. Hiebei entsteht Pyrrolkalium, das mit Wasser zerlegt und sodann mit Wasserdämpfen zur Reinigung überdestilliert wird. Eine andere Darstellungsweise dieses Körpers besteht darin, dass man das Imid der Bernsteinsäure mit Zinkstaub erhitzt.



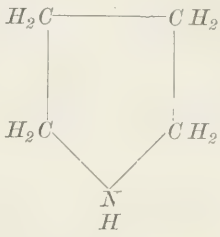
Ebenso ensteht dieser Körper leicht beim Durchleiten von Diäthylamin $(C_2H_5)_2NH$ durch schwach glühende Röhren.

$$(C_2H_5)_2\,NH = H_6 + C_4H_4NH.$$

Ebenso wie sich das Pyridin zum Piperidin reduzieren lässt, kann man vom Pyrrol zum Pyrrolidin gelangen.



Pyrrol.

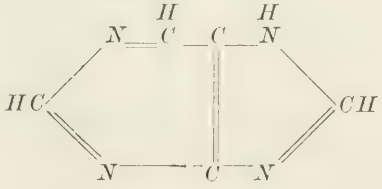


Pyrrolidin.

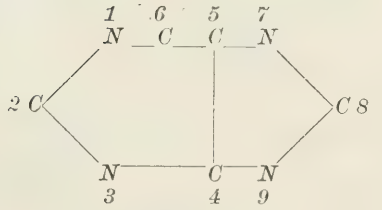
Auch aus Bernsteinsäureimid mit starken Reduktionsmitteln, wie Alkohol und metallischem Natrium, lässt sich das Pyrrolidin leicht gewinnen.

Eine grosse Erweiterung der Anschauung, dass ähnlichen Alkaloïden stets auch bestimmte sogenannte gleiche Skelette zu Grunde liegen und dadurch auch theoretisch zusammengehörige Körperklassen gebildet werden, wird aus folgender Beobachtung über einen kürzlich entdeckten, neuen ringförmigen Körper klar werden.

Durch die umfassenden Untersuchungen Emil Fischer's ist es gelungen, einen Körper herzustellen, welchem die folgende Konstitution zukommt:



Purin

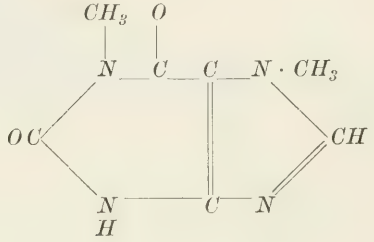


Purinkern

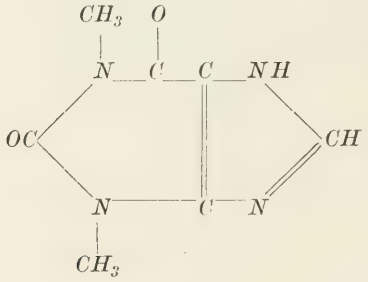
und dem der Entdecker den Namen Purin gegeben hat.

Diese Thatsache ist zweifelsohne eine der weittragendsten, nicht allein für die hier zu behandelnden Pflanzenstoffe, sondern auch für deren Beziehungen zu Substanzen, die im tierischen Organismus eine überaus wichtige Rolle spielen. Von diesem Purin können durch ähnliche Substitutionen, wie wir sie beim Benzol, Pyridin, Chinolin, Isochinolin kennen gelernt haben, zunächst die folgenden Alkaloïde abgeleitet werden:

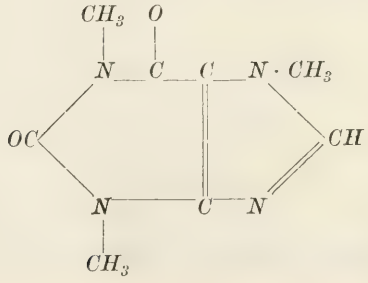
1. Theobromin = 2 · 6 · Dioxy 1 · 7 · Dimethylpurin



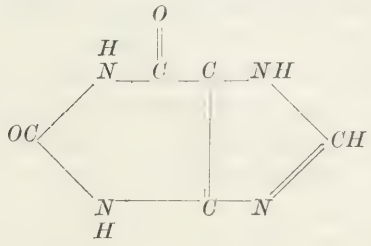
2. Theophyllin = 1 · 3 · Dimethyl 2 · 6 · Dioxypurin.



3. Koffeïn = 2 · 6 · Dioxy 1 · 3 · 7 Trimethylpurin.



Xanthin = 2 · 6 · Dioxypurin



Auf die im Organismus vorkommenden Stoffe:

Hypoxanthin,
Xanthin,
Adenin,
Harnsäure

wird später noch näher eingegangen werden.

Aus alledem kann man mit Klarheit ersehen, dass man die hauptsächlichsten Alkaloïde nach ihren Stammsubstanzen, aus denen sie sich aufbauen lassen, klassifizieren kann.

Zu den bekannten Alkaloïden der Pyridingruppe zählt man das Coniin, Piperin und Nikotin.

Zu denjenigen der Pyrrolidingruppe: Atropin (optisch inaktiv), Hyoscyamin (links drehend, geht durch Erhitzen auf seinen Schmelzpunkt in Atropin über), Cocaïn.

Derivate des Chinolins sind: die Chinaalkaloïde, Strychnin und Brucin.

Derivate des Isochinolins sind: Papaverin, Narkotin, Hydrastin, Narceïn, Berberin.

Alkaloïde der Puringruppe sind: Koffein, Theophyllin und Theobromin.

Zum Schlusse sind noch zu erwähnen die Alkaloïde der Morphingruppe (Morphin, Codeïn, Thebaïn), welche, trotzdem sie zuerst entdeckt worden waren, hinsichtlich ihrer Konstitution noch nicht gänzlich aufgeklärt worden sind.

Hiermit ist ein, wenn auch nur in breiten Zügen angelegter, doch einheitlicher Ueberblick über das Gesamtwesen der Alkaloïde im engeren Sinne gegeben.

Aus dieser Uebersicht ergab sich aber noch ein ganz neuer Gesichtspunkt für die Forschung auf diesem Gebiete. Da sich gezeigt hat, dass die Anzahl jener Skelette eine ausserordentlich geringe ist im Verhältnis zu den thatsächlich existierenden Alkaloïden, welchen

die verschiedenartigsten physiologischen Wirkungen anhaften, so war für das medizinisch-chemische Forschungsgebiet ein grosses Feld von Untersuchungen eröffnet, die darin gipfelten, festzustellen, wie durch Einführung mannigfacher Elemente und Seitenketten nicht nur der chemische Charakter, sondern auch die physiologische Wirkung bedingt wurde; kurz, durch diese Thatsachen wurde zum erstenmale die Bedeutung der Wechselbeziehung zwischen chemischer Konstitution und physiologischer Wirkung in den Vordergrund gestellt.

Alle diese Untersuchungen gaben schliesslich Veranlassung, auf dem Gebiete der Immunitätslehre grundlegende neue Anschauungen zu schaffen.

Wie wichtig die richtige Erkenntnis dieser Thatsachen auch für die Praxis werden kann, sei an einem künstlich von Professor EINHORN hergestellten Anaesthesierungsmittel nachgewiesen. EINHORN ist von der Ansicht geleitet gewesen, dass die Wirkung des Cocaïns wahrscheinlich die Eigentümlichkeit eines im Alkaloïd enthaltenen hydroaromatischen Ringes sein könne, welcher mit ganz bestimmten Seitenketten belastet ist. Diese Ansicht hat ihre Bestätigung gefunden, auch wenn man berücksichtigt, dass heute die Anschauung über die Konstitution des Cocaïns eine andere ist als vor vier Jahren. Es ist EINHORN mit seinen Schülern nicht nur gelungen, zunächst einen Stoff zu isolieren, der die Schmerzempfindlichkeit bedeutend herabsetzt, sondern er konnte auch feststellen, dass viele chemisch analoge Körper, die dazu einfacher konstituiert waren, besser zu anaesthesieren vermochten als die komplizierten Derivate des Cocaïns selbst. So entstanden die künstlich unschwer darstellbaren, als Orthoform resp. Orthoform „neu“ in den Arzneischatz eingeführten *p*-Amido-*m*-oxybenzoësaure-Methylester und *m*-Amido-*p*-oxybenzoësaure-Methylester. Es zeigte sich also, dass alle aromatischen Ringe, welche die *OH*-, NH_2-, $COOCH_3$-Gruppe gleichzeitig enthielten, mehr oder weniger anaesthesierend wirken.

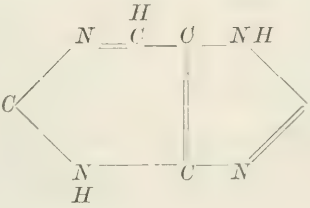
Die genannten Verbindungen waren durch ihre Wirkungsweise und sonstigen Eigenschaften eben die geeignetsten von allen. Hiemit dürfte auch der Beweis erbracht sein, wie die Natur zweckmässig durch den Chemismus der pflanzlichen Zelle Stoffe produziert, die kraft ihrer besonderen chemischen Konstitution ganz spezifische Wirkungen zu äussern vermögen; es ist nicht mehr die zufällige Art der Beschaffenheit des Pflanzensaftes, sondern die Konstitution der in ihm enthaltenen spezifischen Stoffe, welche jene teilweise wohl charakterisierten, starken Wirkungen hervorbringt.

Weiter aber noch ist die moderne Wissenschaft vorangeschritten; sie hat ihr Ziel nicht bei der Erforschung von Produkten der pflanzlichen Zelle als erreicht angesehen, nein, auch Stoffe, welche die tierische Zelle bezw. der tierische Organismus produziert, sind schon seit geraumer Zeit in den Kreis dieser Untersuchungen gezogen worden. Es ist das grosse Verdienst des Italieners Selmi, hier zuerst die aufklärende Hand angelegt zu haben, welche ein ungeahnt fruchtbares, neues Arbeitsgebiet erschloss. Der tierische Organismus bringt selbst unter normalen Verhältnissen basische organische Stickstoffverbindungen hervor, sogenannte tierische Alkaloïde. Er schützt sich gegen deren Anhäufung im Organismus im allgemeinen durch Ausscheidung oder durch intracellulare Umwandlungsprozesse. Bei pathologischen Zuständen kann nun die Ausscheidung oder geeignete Umwandlung dieser Basen verhindert werden, und dann nimmt die Menge derselben um so schneller zu, als tierische Substanzen zersetzt werden. Die Entdeckung dieser stickstoffhaltigen, zum Teil sehr einfachen, zum Teil höchst komplizierten Verbindungen hat eine, man kann sagen, ganz neue Richtung der modernen physiologischen Chemie herbeigeführt. Eine genaue Klassifizierung hier festzustellen, ist bei dem heutigen Stande unserer Wissenschaft zwar noch nicht ganz durchführbar, immerhin aber ist auf Grund zahlreicher Untersuchungen, unter denen diejenigen von Brieger und Ehrlich die erste Stelle einnehmen, es möglich, ganz allgemein diese tierischen Alkaloïde folgendermassen einzuteilen:

Solchen Verbindungen, welche unter normalen Verhältnissen im tierischen Organismus gebildet werden, wurde der Name Leukomaïne (λευκώμα = Eiweiss) beigelegt; dagegen bezeichnete man diejenigen Verbindungen, welche bei der Fäulnis der tierischen Substanzen, oder von Eiweisskörpern gebildet werden, als Ptomaïne (πτῶμα = Leichnam).

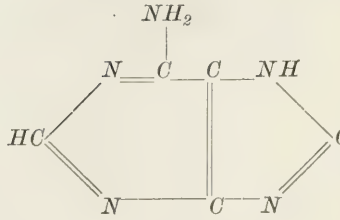
Um noch einige hierher gehörige Beispiele kurz anzudeuten, soll noch einmal auf die oben erwähnten Derivate des Purins verwiesen werden.

1. Hypoxanthin:

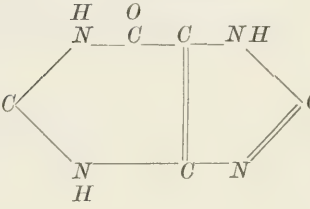


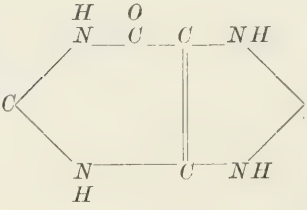
= 2 · Oxypurin.

(In Muskeln, Milz, Leber, Hirn)

2. Adenin = 

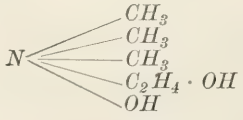
(In Drüsen)

3. Xanthin = 

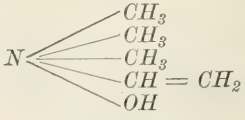
4. Harnsäure = 

Alle diese Körper zählen wir zur Klasse der Leukomaïne.

Von den sogenannten Ptomaïnen sind von BRIEGER, NAUMANN u. a. zahlreiche, teils wenig, teils stark giftige Stoffe abgesondert und analysiert worden. Ein grosser Teil derselben ist, wie das Cadaverin, sauerstofffrei. Sämtliche aber sind mehr oder weniger komplizierte Derivate des Ammoniaks. Namentlich diese Basen sind Produkte der sogenannten Bakterien und wirken oft weit unheilvoller als diese selbst. Noch auf einen Stoff, der sowohl im tierischen, als auch im pflanzlichen Organismus als Abbauprodukt höher konstituierter Stoffe vorkommt, soll hingewiesen werden, nämlich auf das Cholin, das in der Galle und im Fliegenpilz vorkommt. Ihm verwandt ist das Neurin,



Cholin.



Neurin.

welches lediglich um ein Molekül Wasser ärmer ist als das Cholin.

Letzteres ist wenig, ersteres dagegen stark giftig. Das Cholin kommt sowohl in freiem Zustande als auch als Bestandteil des Lecithins eines hoch komplizierten Glycerinderivates vor.

Schliesslich aber sind auch bereits von Brieger eine Reihe ähnlich beschaffener Pyridinderivate, welche in dieses Gebiet gehören, entdeckt worden, ja sogar bei der Spaltung des Eiweisses selbst sind in neuester Zeit Derivate des Pyridins isoliert worden. Man sieht somit, dass sowohl die pflanzliche wie tierische Zelle in wunderbarer Weise Körper aufbaut, welche mit ganz hervorragenden physiologischen Wirkungen begabt sind. Aufgabe der Wissenschaft ist es nun, nicht nur alle diese Körper rein zu gewinnen, sondern auch jeden einzelnen bis in die kleinste Einzelheit auf seine Wirkungsweise zu untersuchen. Dabei hat sich ergeben, dass Stoffe, die in grösseren Dosen ausserordentlich giftig sind, in minimalen Dosen die Therapie in hervorragender Weise unterstützen können. So wird ja z. B. das allgemein bekannte Krampfgift Strychnin in minimalen Dosen mit Erfolg als Stärkungsmittel verwendet.

Aber noch ein anderes Ergebnis haben die Untersuchungen der pflanzlichen und tierischen Stickstoffbasen gehabt. Durch eine grosse Anzahl über jeden Zweifel erhabener Untersuchungen ist festgestellt, dass der tierische Organismus über mannigfache Schutzkräfte verfügt, die ihn nicht nur vor der oben erwähnten Ansammlung giftiger basischer Produkte schützen, sondern es ist auch klar erwiesen, dass von aussen her eindringende Infektionsstoffe und deren giftige Produkte zunächst häufig ganz vernichtet, häufig wesentlich in ihren Wirkungen durch chemische Prozesse, die sich im Organismus vollziehen, abgeschwächt werden. Diese Prozesse beruhen nun, abgesehen von Vorgängen wie Oxydation, Reduktion, Paarung oder Spaltung, zum nicht geringen Teil auf der Wirkung mancher Sekrete, welche neben andern schützenden auch solche stickstoffhaltigen Substanzen enthalten. Behring's bekannte Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Aktion unbelebter chemischer stickstoffhaltiger Agentien, und aus seinen Arbeiten heraus schliesst Kobert schon 1893, dass das sogenannte Immunsein des tierischen Organismus grossenteils eine Funktion lebloser Teile desselben, also nicht der Zelle direkt ist. Kobert wirft auch die sehr berechtigte Frage auf, ob nicht durch angestrengtes pharmakologisches Forschen Mittel gefunden werden könnten, welche gegen unsere gewöhnlichen alkaloïdischen wie glykosidischen Gifte immun machen. Dass man sich gegen Skorpion-

gift, Ricin und Abrin immunisieren kann, ist eine bekannte Thatsache.

Es wird im allgemeinen hierbei so verfahren, dass man systematisch gesteigerte Dosen allmählich in gewissen Zeitabschnitten in die Blutbahn der Versuchstiere einspritzt. Diese selbst werden dann gegen die betreffenden Gifte immun. Von dem Blute der immunierten Tiere gewinnt man das Serum zu Immunitätszwecken.

Hervorragende Bedeutung haben die Arbeiten von CALMETTE und FRASER, welchen es gelang, Schlangenserum bezw. Heilserum aus dem Blute von Kaninchen, Meerschweinchen, Eseln und Pferden in der soeben angedeuteten Weise zu gewinnen; denn es vermochten 4 ccm, noch eine Stunde nach der Vergiftung injiziert, Tiere von der sonst in drei Stunden tötlich wirkenden Dosis zu retten. CALMETTE spritzt zur Heilung von Menschen und Tieren ein oder mehrere Serumdosen von 10 ccm subkutan oder intravenös ein. Am besten hat sich das Zebraserum bewährt, das sich gegen die meisten Schlangen- und Skorpionsbisse wirksam erwies.

Immerhin aber besteht zwischen den Alkaloïden, sowohl im weiteren, wie im engeren Sinne aufgefasst, und den sogenannten Toxinen ein tiefgreifender Unterschied; einzelne wenige Alkaloïde besitzen wohl ein Gegengift (Strychnin und Morphin, Morphin und Atropin), aber niemals wird ein solches vom Organismus produziert.

Die Toxine dagegen erzeugen mit Hilfe des Organismus erfahrungsgemäss, falls die Intoxikation überwunden wird, die Antitoxine, welche aus ihnen und der affizierten Tierzelle entstehen und zwar durch Vorgänge, deren Verlauf aufzuklären heute eine der vornehmsten Fragen der Naturwissenschaften und Medizin bildet.

Auf diese Weise kommt man zum Begriff der passiven Immunität, welche durch künstliche Einverleibung schon fertig gebildeter Immunstoffe (Sera) in den Tierkörper erzielt wird. Im Gegensatz hierzu steht die aktive bezw. natürlich erworbene Immunität, die hervorgerufen wird durch in die Blutbahn eingeführte lebende Bakterien, welche durch den Reiz der von ihnen gebildeten Toxine gewisse Zellterritorien des Organismus zur Bildung von Antikörpern veranlassen.

Derartige schützende Eiweisskörper werden, soweit sie im normalen Organismus vorkommen, als Sozine, soweit sie durch Impfung künstlich erzeugt werden, als Phylaxine, die Gesamtheit als Alexine bezeichnet.

Hierher gehören vor allem die epochemachenden Untersuchungen von Buchner, der nachgewiesen hat, dass der Organismus Schutz- und Abwehrvorrichtungen zur Abtötung von Bakterien besitzt. An diese von Buchner vertretene und anerkannte Alexintheorie schliesst sich nun die auf rein chemischen Anschauungen beruhende Seitenkettentheorie von Ehrlich an.

Ehrlich hat, um diese hochkomplizierten Erscheinungen dem allgemeinen Verständnis zugänglich zu machen, sich bemüht, durch eine Vereinigung von morphologischen und chemischen Begriffen solches zu erreichen. Es ist natürlich unmöglich, mit absoluter Sicherheit festzustellen, dass im konkreten Falle dem wirklich so ist, auf der andern Seite aber lassen sich die mannigfaltigen Erscheinungen, über die man bisher ein klares Bild nicht hatte, am allergeeignetsten mit dieser Methode versinnbildlichen.

Diese sogenannte Ehrlich'sche Seitenkettentheorie, die im folgenden ganz kurz skizziert werden mag, weil sie alle aus der Alkaloïdchemie gewonnenen chemischen Resultate benutzt und gleichzeitig den morphologischen Begriff mit sich verknüpft, hat, man kann sagen, eine ganz neue Litteratur am Schlusse des abgelaufenen Jahrhunderts ins Leben gerufen.

Es ist hierbei zu unterscheiden:

1. zwischen der erworbenen Immunität gegenüber Giften, welche von Bakterien herrühren;
2. zwischen der erworbenen Immunität gegen Bakterien selbst.

Zum Verständnis dieser Vorgänge hat Ehrlich im 66. Band der Roy. Soc. Proc. acht Schemata aufgestellt, welche die Grundlagen dieser Theorie bilden.

In Figur 1 bis 6 findet die erworbene Giftimmunität ihre Erklärung.

Erklärung zu Figur 1:

Die Toxine sind Gifte, die sich organisch und chemisch mit der Zelle verbinden, „verankern“. Dies kommt dadurch zu stande, dass die Zellen in der Art der Seitenketten Substanzen bilden, die eine besondere Affinität zu den Toxinen haben, die Toxine ihrerseits bestehen aus zwei Gruppen, einer, die den Anschluss an die Zelle vermittelt und einer andern, die Trägerin der Giftwirkung ist, haptophorer und toxophorer Gruppe. Ein Toxin, in dem die toxophore Gruppe unwirksam gemacht wurde (durch Erwärmen auf bestimmte Temperaturen), heisst Toxoïd.

Erklärung zu Figur 2 und 3:

Die Zelle hat sehr verschiedene Arten von Seitenketten gebildet, die Toxine — einheitlich schwarz gezeichnet — haben sich mit den ihnen passenden Seitenketten verbunden.

Erklärung zu Figur 4, 5 und 6:

Die Seitenketten, mit denen sich Toxine verbunden haben, können die Verrichtung, zu der sie von der Zelle gebildet wurden — sie dienen bei den Ernährungsvorgängen —, nicht mehr ausüben, da sie verankert sind; es werden also neue Seitenketten derselben Art gebildet und zwar nach dem Gesetz der Regeneration im Ueberschuss (WEIGERT). Dieser kann so gross werden, dass die Zelle sich der allzu grossen Last entledigt und überschüssig gebildete Seitenketten abstösst. Diese zirkulieren dann im Blute und können Toxine binden, bevor diese an den Zellen ihre schädlichen Wirkungen entfalten können. Natürlich ist die Bedingung der überschüssigen Seitenkettenbildung die, dass die Zelle nicht vorher durch das Toxin in ihrer vitalen Thätigkeit zu schwer geschädigt wurde. Man nimmt daher, wenn man diese Wirkung erzielen will, Toxoïde, die denselben Erfolg haben wie Toxine. Antitoxine sind also im Ueberschuss gebildete und dann abgestossene Seitenketten. Solcher Antitoxine giebt es in jedem Blutserum eine fast unendliche Zahl, da bei der Einfuhr ungemein vieler Körper ins Blut ein jeden derselben neutralisierender Antikörper gebildet wird.

In Figur 7 und 8 findet sodann die erworbene Bakterienimmunität ihre Erklärung.

Erklärung zu Figur 7 und 8:

Komplizierter sind die Verhältnisse, wenn lebende Bakterien im Blute aufgelöst werden. Es handelt sich hierbei darum, Bedingungen zu schaffen, unter denen die im Serum normalerweise vorhandenen Fermente auf die Bakterien einwirken können. Dies geschieht durch die Bildung eines stabilen Körpers, des Immun- oder Zwischenkörpers. Die erwähnten Fermente sind wenig stabil und heissen Komplemente. Der Zwischenkörper hat also zwei haptophore Gruppen, eine mit stärkerer Affinität zu dem Fremdkörper und eine andere mit schwächerer Affinität, die nur bei höherer Temperatur (37 °) wirksam ist, zu dem Komplemente. Die Bildung des Zwischenkörpers, d. h. die Bildung spezifischer Antikörper gegen jeden Körper wird weniger auffallend, wenn man sich überlegt, dass auch bei den gewöhnlichen Ernährungsvorgängen die Zelle nur

durch einen solchen Zwischenkörper ein Riesenmolekül an sich fesseln und andererseits durch das Ferment in einen zur Resorption geeigneten Zustand überführen kann. In der Figur ist der Zwischenkörper karriert, das Ferment schwarz gezeichnet.

Die praktische Bedeutung dieser allgemein verständlichen Erklärung, die sich wohl mit der chemischen Symbolisierung vergleichen lässt, geht kar und deutlich aus den weiteren Untersuchungen Wassermann's hervor, welche die Ehrlich'schen Begriffe zur Grundlage haben. Zum Verständnis dieser noch sehr vielversprechenden Arbeiten hat man hinsichtlich der Beschaffenheit der Sera eine zweifache Scheidung zu beobachten. Es giebt nämlich:

1. Antitoxische Sera (Diphterie, Tetanus).
2. Antibakterielle Sera (Typhus, Pest, Cholera).

Wassermann hat nun festgestellt, dass auf die Wirkung des Komplements (Alexins) bisher zu wenig Rücksicht genommen wurde, und dass dasselbe in vielen Fällen fehle. Darauf ist nun die bisherige Wirkungslosigkeit der antibakteriellen Sera zurückzuführen. Es hatte sich nämlich bei Typhus gezeigt, dass, wenn man einem Meerschweinchen eine an sich tötlich wirkende Dosis einer Typhuskultur, vermischt mit 3 ccm eines normalen Kaninchenserums in die Bauchhöhle einspritzte, das Meerschweinchen am Leben blieb. Nimmt man aber statt des normalen Kaninchenserums dasjenige eines solchen Kaninchens, das vorher mit normalem Meerschweinchenserum behandelt war und somit Antialexine gegenüber den Alexinen des normalen Meerschweinchenserums enthielt, dann starb das Tier unfehlbar an Typhusinfektion. Es fehlt also bei den antibakteriellen Sera häufig das Ferment.

Ruft man sich die in aller Kürze hier vorgetragenen Thatsachen aus dem Gebiete der Alkaloïdchemie ins Gedächtnis, so sieht man, dass zunächst die exakte chemische Forschung eine Reihe von Ergebnissen mit unzweifelhafter Sicherheit enthüllt hat, auf Grund deren die Konstitution dieser Pflanzenstoffe teilweise gänzlich, teilweise bis zu einem gewissen Grade erkannt werden konnte.

Bei den hervorragend physiologischen Wirkungen dieser im reinen Zustande basischen Körper lag es natürlich nahe, diese Wirkung in der natürlichen Beschaffenheit der betreffenden Alkaloïde zu suchen, und so steht denn die moderne Alkaloïdforschung zu

Beginn des neuen Jahrhunderts auf dem Standpunkte, dass eine der wichtigsten Aufgaben des Grenzgebietes der Physiologie und Chemie die ist, durch schrittweises Vorgehen auf dem Wege des Induktionsbeweises die Beziehungen allmählich aufzuklären, welche bestehen zwischen der chemischen Konstitution einerseits und der physiologischen Wirkung andererseits, und womöglich auch die allgemeinen Gesetzmässigkeiten dieser Wechselbeziehungen herzuleiten.

Im engen Zusammenhange hiermit aber stehen die bedeutendsten praktischen Erfolge auf dem Gebiete der Therapie. Nicht nur ist dem Kliniker durch die Möglichkeit genauer Dosierung infolge Reingewinnung der Alkaloïde eine viel vorteilhaftere Verwendungsweise derselben ermöglicht, sondern nachdem sich herausgestellt hat, dass zwischen den Produkten der pflanzlichen und tierischen Zelle eine gewisse Harmonie besteht, nachdem sich ferner gezeigt hat, dass eine ganze Reihe von im Pflanzenreiche vorkommenden Stoffen auch unter normalen Umständen im menschlichen Organismus erscheinen, und nachdem schliesslich erwiesen ist, dass zum Teil eben jene Stoffe eine ganz bedeutende Rolle zum Schutze des tierischen Organismus spielen, so dürfte der grosse Wert, welcher diesen Thatsachen zukommt, klar und deutlich vor Augen treten. Es ist mit dieser Erkenntnis ein weites und fruchtbares Feld, allerdings oft schwieriger Arbeit erschlossen, aber das neue Jahrhundert wird der Menschheit sicherlich noch manchen dauernden Erfolg bringen.

Litteratur: Die Originallitteratur anzugeben, würde zu weit führen, deshalb sei nur an dieser Stelle auf folgende Werke hingewiesen:

Guareschi, Einführung in das Studium der Alkaloïde.

J. Schmidt, Ueber die Erforschung der Constitution und die Versuche zur Synthese wichtiger Pflanzenalkaloïde.

Pictet-Wolfenstein, Pflanzenalkaloïde.

Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen.

Ueber die Schilddrüse[1].

Von

Dr. **E. Roos**, Privatdocent.

Wenn ich es unternommen habe, Ihnen über die Schilddrüse zu sprechen, so geschieht dies deshalb, weil dieses Organ in der letzten Zeit in besonderem Grade die Aufmerksamkeit der medizinischen Wissenschaft auf sich gezogen hat und durch zahlreiche Untersuchungen manche Aufschlüsse über die Bedeutung der Thyreoidea im Körper gewonnen worden sind. Allerdings zu einer völligen und sicheren Einsicht in die Funktion, oder vielleicht die Funktionen der Drüse sind wir noch nicht gelangt. Immerhin glaube ich, dass eine Darlegung der Entwicklung der Schilddrüsenforschung und des gegenwärtigen Standes unseres Wissens für Sie nicht ganz ohne Interesse sein dürfte. — Durch eine Besprechung der neueren Untersuchungen über die Schilddrüse ehren wir aber auch das Andenken eines ehemaligen Mitgliedes dieser Gesellschaft, des allzufrüh dahingeschiedenen Prof. Baumann, welcher sich ganz besondere Verdienste um die Schilddrüsenforschung erworben und durch bahnbrechende Arbeiten neue Gesichtspunkte für weitere Untersuchungen eröffnet hat.

Die Schilddrüse besteht beim Menschen aus zwei seitlichen, durch ein schmäleres Mittelstück verbundenen Lappen, welche dem oberen Teil der Luftröhre bis zum Schildknorpel hin anliegen. Das Mittelstück verläuft quer vor dem zweiten oder dritten Knorpelring. Die Höhe der Seitenlappen beträgt 5—7 cm beim Erwachsenen, die Breite 3—4 cm, die Höhe des Istmus 4—20 mm.

Dieses schon bei niederen Tieren, z. B. Amphibien, deutlich entwickelte Organ besteht im Innern aus zahlreichen kleinen

[1] Vortrag, gehalten in der Naturforschenden Gesellschaft Februar 1900.

Bläschen, welche durch Bindegewebe von einander abgeschlossen, innen durch Epitelzellen ausgefüllt sind. Oder sie sind nur von Epitel ausgekleidet und der freibleibende Raum in der Mitte enthält dann eine eigentümlich zähe Flüssigkeit oder festere Masse, das sog. Colloid. Einen Ausführungsgang hat dieses durchaus drüsenartig gebaute Organ nicht, dagegen steht es durch reichliche Blut- und Lymphgefässe, sowie Nerven mit dem übrigen Körper in Verbindung.

Ueber die Bedeutung und Funktion der Drüse, die sich in manchen Gegenden, z. B. hier in Freiburg häufig durch eine Vergrösserung als dicker Hals oder Kropf unangenehm bemerklich macht, hatte man bis in die neuere Zeit hinein keine einigermassen fundierte Kenntnis. So schreibt der bekannte Anatom Gegenbauer in seinem Lehrbuch der Anatomie 1885, dass die Schilddrüse ein Organ darstellt, dessen funktioneller Wert unbekannt ist, und in ähnlichem Sinne äussert sich auch der Physiologe Hermann in der 1886 erschienenen 8. Auflage seines Lehrbuches der Physiologie.

An Vermutungen über die Funktion der Thyreoidea hat es allerdings nicht gefehlt. So sah sie Wharton, der berühmte Anatom des XVII. Jahrhunderts, darin, dem Halse eine schönere Form zu geben. Nach anderen hat sie als Schutzvorrichtung für den Kehlkopf zu dienen. Auch sollte sie bei der Stimmbildung beteiligt sein, was daraus geschlossen wurde, dass manche Kröpfige eine rauhe Stimme haben und bei den Vögeln, bei denen der Kehlkopf in die Brusthöhle an die Teilungsstelle der Luftröhre hinabrückt, auch die Schilddrüse in den Thorax versetzt ist.

Diese Annahme ist aber schon deshalb ganz unwahrscheinlich, weil auch stimmlose Amphibien eine Schilddrüse haben, und bei manchen Tieren die Schilddrüse weit vom Kehlkopf entfernt liegt. — Ich kann nicht genauer auf alle schon geäusserten Vermutungen eingehen und möchte nur noch kurz die Anschauung erwähnen, die auch von gegenwärtig noch lebenden Forschern verteidigt worden ist. Die Schilddrüse wird nämlich für einen Regulationsapparat des Blutzuflusses zum Gehirn gehalten, da dieselbe sehr blutreich ist und ihre Gefässe direkt von den grossen Arterien, die in das Gehirn führen, abgehen. So soll sie nach Liebermeister bei Einnahme von horizontaler Lage durch Erschlaffung ihrer Gefässe eine relativ grosse Blutmenge in sich aufnehmen und so einen zu starken Zufluss zum Gehirn verhindern, während sie bei senkrechter Körper-

stellung durch Kontraktion ihrer Gefässe wenig Blut aufnehmen und so die Durchblutung des Gehirns verbessern soll.

Auch französische Forscher wie Gujon halten das Organ für einen Regulator der Blutzirkulation im Kopf, stellen sich aber den Mechanismus etwa so vor, dass die Drüse immer, wenn der venöse Blutabfluss vom Kopfe behindert ist, wie z. B. bei forcierten Expirationsbewegungen, anschwillt und dann durch die Halsmuskeln so gegen die Trachea und auf die Carotis gedrückt wird, dass der Blutzufluss zum Gehirn beschränkt wird.

Wie weit diese Anschauungen der Wirklichkeit entsprechen, ist schwer zu sagen. Dagegen spricht schon, dass bei Verschiebungen und abnormer Lage der Drüse ein anormale Blutversorgung des Hirns nicht zu erkennen ist. Dann kann aber diese regulatorische Funktion, ganz abgesehen von den später zu erwähnenden Thatsachen, jedenfalls nicht die hauptsächliche sein, da es sonst ganz unverständlich wäre, warum das Organ die ausgesprochene Drüsenstruktur hat. Als Blutregulationsorgan allein wäre sie gewiss zweckmässiger etwa nach Art mancher Schwellkörper, oder allenfalls der Milz, gebaut.

Aber auch für ein sekretorisches Organ wurde die Drüse in der Vergangenheit schon gehalten. So vermutete Morgagni, dass sie eine eiweissreiche Substanz absondere.

Der Beginn der Entwickelung einer neuen Kenntnis von der Bedeutung der Schilddrüse für den Körper nimmt seinen Ausgang von den Beobachtungen der englischen Aerzte Gull und Ord, welche 1873 resp. 1878 einen eigentümlichen Krankheitszustand beschrieben, der sich bei erwachsenen, vorher gesund gewesenen Frauen seltener bei Männern entwickelte und den Gull treffend als einen cretinoiden (cretinähnlichen) bezeichnete. Ord schlug für die Krankheit, da sich im Unterhautzellgewebe ein eigentümlich schleimiges Oedem entwickelt, das den Kranken ein charakteristisches Aussehen giebt, den Namen Myxoedem vor. Charkot, der das Leiden bald darauf auch beobachtete, sprach davon in bezeichnender Weise als Cachéxie pachydermique (also allgemeine Schwäche mit dicker Haut). Ord beobachtete auch schon bei der Autopsie einer seiner Kranken, dass die drüsigen Bestandteile der Thyreoidea fast völlig zu Grunde gegangen und durch Bindegewebe ersetzt waren. Dieser Befund wurde später bei Myxoedem vielfach bestätigt.

Bald darauf, in den Jahren 1882 resp. 83 traten zwei Schweizer Chirurgen, und zwar fast gleichzeitig der Genfer Reverdin und der

Berner Chirurg Kocher mit Beobachtungen hervor, die sie an Kranken gemacht hatten, denen bei Gelegenheit der Abtragung eines Kropfes die Schilddrüse total entfernt worden war. Sie sahen danach einen Zustand auftreten, der mit dem von den englischen Aerzten beschriebenen Myxoedem geradezu identisch ist, so dass Reverdin dafür den Namen Myxoedème opératoire vorschlug. Kocher nannte den Zustand Kachexia strumipriva. Es treten also nach dem spontanen Zugrundegehen der Drüse, was, wie wir gesehen haben beim Myxoedem der Fall ist, und nach der Entfernung derselben durch Operation dieselben Zustände auf: die Kranken zeigen eine allgemeine Schwäche und Müdigkeit mit Blutarmut. Die Gedanken, die Sprache und Bewegungen werden langsam, wobei die Befallenen sehr wohl wissen, dass dies früher besser war. Dabei tritt eine allgemeine derbe Schwellung der Haut des Körpers und des Gesichts ein, so dass das gedunsene Gesicht einen eigentümlich idiotischen Eindruck macht, der durch die Schwellung der Zunge, die oft im Munde kaum mehr Platz findet, noch erhöht wird. Die Haut ist völlig trocken, schilfernd, und meist fallen die Haare aus. Der Stoffwechsel ist sehr gering, die Temperatur abnorm niedrig. Wird die Schilddrüse noch in der Wachstumsperiode entfernt, so bleibt das Längenwachstum stark zurück.

Durch diese Beobachtungen, dass das Zugrundegehen oder die Entfernung des Organs beim Menschen schwere Störungen nach sich zieht, wurde die Aufmerksamkeit weiterer Kreise als nur der Kliniker auf diese Drüse gelenkt und die Bedeutung derselben für den Organismus in einer grossen Zahl von Tierversuchen studiert. Da zeigte sich denn, dass Hunde, Katzen und Mäuse mit wenig Ausnahmen nach völliger Entfernung des Organs unter schweren Krampfzuständen und Entkräftung an sogenannter Tetanie in meist kurzer Zeit zu Grunde gehen. In einer Anzahl von Fällen kam es allerdings vor, dass Tiere nach der Operation gesund blieben. So erkrankten anfangs die Mäuse nicht, bis man lernte, auch die Nebenschilddrüsen, die sehr verborgen liegen können mit zu entfernen. Es treten auch keine Erscheinungen ein, wenn nur ein kleiner Teil der Drüse, was einmal leicht geschehen kann, zurückgelassen wird.

So habe ich selbst zusammen mit Herrn Prof. Nagel zu anderen Zwecken einer Anzahl Hunde $^3/_4$ der Schilddrüse herausgenommen, ohne dass irgend eine Krankheitserscheinung bei den Tieren eintrat. Erst als der kleine Rest auch noch entfernt wurde, erkrankten die

Hunde ausnahmslos an Tetanie. Dieser Versuch spricht auch abgesehen von vielem anderen gegen die Anschauung, die allerdings heute kaum mehr Anhänger hat, dass Verletzung und Reizung der Nerven am Halse durch die Operation die Ursache der Krämpfe sei, da der relativ grosse Eingriff der Entfernung von $^3/_4$ der Drüse gar keine Folgen hatte und erst die sehr einfache Auslösung des Restes die Krankheitserscheinungen hervorrief. — Affen erkranken nach der Operation wie übrigens manchmal auch der Mensch zuerst mit Krampfzuständen, und erst allmählig bildet sich dann die chronische Schwäche wie oben beschrieben aus. Grasfresser wie Schafe und Ziegen, auch Schweine und Kaninchen, weisen keine Krampferscheinungen auf, zeigen aber, wenn die Entfernung der Drüse in der Jugend erfolgt, schwere Störungen und Zurückbleiben des Wachstums, werden ungeschickt und träge und in ihrem psychischen Verhalten verändert. So stehen sie meist apathisch herum und suchen, wenn man sie fangen will, kaum zu entfliehen.

Der erste Experimentator auf diesem Gebiete war der Genfer Physiologe Schiff, der schon in den Jahren 1856 und 57 gefunden hatte, dass Entfernung der Schilddrüse bei Hunden und Katzen häufig den Tod nach sich zieht, dessen Versuche aber kaum Beachtung fanden. Dieser Forscher nahm nun nach den Beobachtungen der Chirurgen Reverdin und Kocher am Menschen seine damaligen Tierversuche wieder auf und that bald einen weiteren wichtigen Schritt vorwärts. Er entdeckte nämlich, dass wenn er einem Hunde eine Schilddrüse in die Bauchhöhle einpflanzte und später demselben Hunde dann die Schilddrüse am Halse wegnahm, dass das Tier dann nicht erkrankte, wenigstens solange nicht, als die Beobachtungszeit dauerte. Diese Versuche wurden mehrmals nachgemacht und bestätigt. So zeigte v. Eiselsberg 1890/91, dass man Katzen ohne Gefahr die Schilddrüse entfernen kann, wenn man nur einen Lappen im Bauchfell einpflanzt, dass die Tiere aber an Tetanie erkranken und sterben, wenn man diesen wieder fortnimmt.

Damit war die Wichtigkeit des Organs für den Körper festgestellt und auch die Folgen lagen klar, die der Verlust desselben mit sich bringt. Es war aber noch ein weiter Weg bis zur Kenntnis der Art der Funktion, bis zur Kenntnis eventueller Produkte der Drüse. Wenn Sie sich z. B. denken, dass uns die Funktion des Magens unbekannt wäre und wir bei Tieren versuchsweise den Magen extirpiren würden, so könnten wohl, wenn dies auch nicht immer der Fall ist, manchmal einige Störungen auftreten. Von

diesen Störungen aber zur Kenntnis zu gelangen, dass der Magen Salzsäure und Pepsin produziert, wäre gewiss noch ein weiter Weg.

Immerhin führten die Extirpationsversuche rasch vorwärts, und zwar zu praktisch-therapeutischen Massnahmen am Menschen.

Auf Grund der Schiff'schen Experimente machte nämlich 1889 der Schweizer Arzt und Forscher Bircher in Aarau bei einer Frau einen Heilversuch, der Aufsehen erregte. Bircher führte nämlich dieser Kranken, bei welcher etwa $^3/_4$ Jahre vorher die Herausnahme der Schilddrüse wegen Kropf vorgenommen worden war und die darauf an schwerer Tetanie erkrankte und zur Zeit des Eingriffs an schwerer thyreopriver Kachexia (also an dem schon beschriebenen Krankheitsbild nach der Schilddrüsenentfernung) litt, dieser Frau führte er normal aussehende Kropfstücke in die Bauchhöhle ein, welche kurz vorher einer anderen Frau entnommen worden waren. Der Heilerfolg war unzweifelhaft, aber nur zwei Monate dauernd. Eine zweite Implantation bewirkte eine sehr gute, länger andauernde Besserung, die aber ebenfalls nicht von Bestand war.

Bircher hatte, was sich auch später als völlig richtig erwies, den Eindruck, dass die Schilddrüse im Leib resorbiert wird und die Besserung nur bis zur völligen Resorption des Organs anhält. — Denselben Gedanken, Schilddrüsen zu Heilzwecken zu implantieren, hatten auch andere Forscher. So hatte Kocher in Bern — der Mitentdecker der Kachexia strumipriva — schon vor Bircher die Einheilung von Schilddrüsenstücken unter die Haut versucht, ohne aber erheblichen Erfolg zu erzielen, und kurz nach Bircher, aber unabhängig von ihm, machte der Engländer Horsley im Hinblick auf die Versuche von Schiff und v. Eiselsbere 1890 den Vorschlag, bei Myxoedematösen die Schilddrüse von anthropoiden Affen, oder wenn diese nicht erhältlich, von Schafen subcutan oder intraperitoneal zu implantieren. Von Schafen deshalb, weil die Schilddrüse derselben histologisch mit der menschlichen die meiste Aehnlichkeit hätte und die Erscheinungen nach der Extirpation bei Schafen denen beim Menschen an Charakter und Dauer am ähnlichsten seien.

Es wurde nun auch eine ganze Reihe von Implantationsversuchen beim Menschen gemacht, fast alle mit Erfolg, der aber immer nur vorübergehend war. Daraus ging hervor, dass nur in den allerwenigsten Fällen eine wirkliche Einheilung der Schilddrüse gelang, so dass das implantirte Organ weiter funktionirte, sondern dass die Drüse resorbirt wurde und die Besserung so lange anhielt, als noch resor-

birbare Drüsensubstanz vorhanden war. Es fiel auch auf, dass die Besserung der Kranken sehr schnell eintrat, schon 1—2 Tage nach der Implantation, also lange bevor die eingesetzte Drüse eingeheilt und in Funktion getreten sein konnte. Daraus ging hervor, dass die Besserung nicht durch die Thätigkeit des Organs, sondern nur dadurch bewirkt sein konnte, dass die Substanz der implantirten Drüse vom Organismus aufgenommen wurde. Bald wurden auch Versuche von französischen und italienischen Forschern (Gley, Vassale) veröffentlicht, denen es gelungen war, die schweren Krankheitserscheinungen bei Hunden, denen man die Schilddrüse herausgenommen hatte, durch intravenöse Infusion von Schilddrüsensaft zu bessern oder eine Zeit lang zum Verschwinden zu bringen. Also auch dadurch war der Beweis erbracht, dass die Heilwirkung einer Substanz zukam, die in der Drüse resp. in dem aus derselben ausgepressten Safte enthalten sein musste.

Auf diese Tierversuche hin wurde besonders von Brown-Séquard und d'Arsonval, die inzwischen ihre Sperminkur erfunden hatten, die Vermutung geäussert, dass man sich vielleicht der Einspritzung von Schilddrüsensaft mit Nutzen bei Krankheiten, die mit der Schilddrüse in Zusammenhang stehen, würde bedienen können. Aber auch unabhängig davon wurde diese nun naheliegende therapeutische Methode zuerst in England, wo das Myxoedem relativ häufig ist, bald aber auch bei uns und in anderen Ländern angewandt, indem man entweder den einfach ausgepressten Saft der Drüse oder unter Zusatz von Glycerin bereitete Extrakte benützte. Der Erfolg blieb so gut wie nie aus, aber es kam häufig zu Entzündungen und Eiterungen an den Einspritzungsstellen, da es eben, wie ohne weiteres begreiflich sehr schwer ist, eine solche Flüssigkeit auch bei Zusatz von Desinficientien wirklich steril zu erhalten.

Dies veranlasste fast gleichzeitig drei Aerzte, zwei Engländer und den Kopenhagener Professor Howitz, die Eingabe der Drüse durch den Mund zu versuchen. Auch dies gelang. Der Erfolg bei Myxoedem war sehr gut, und die unangenehmen Erscheinungen, die einige Kranke neben der Besserung zeigten, wie starke Schweisse, Brechneigung und unangenehme Erscheinungen von seiten des Herzens lernte man rasch vermeiden, als man die ursprünglichen, zu grossen Dosen verringerte. — Nun wurde die Darreichung der Drüse durch den Mund die einzige angewandte Methode, deren Heilerfolge bei Myxoedem geradezu verblüffend sind.

Unter starker Gewichtsabnahme und Zunahme der Harnmenge verschwinden schnell die ödematösen Schwellungen des Körpers. Die dicke, trockene Haut schält sich in Fetzen ab und wird wieder feucht und elastisch. Die Unbeholfenheit und Langsamkeit der Kranken hört auf, die Sprache und Gedankenthätigkeit werden wieder normal schnell, die Körpertemperatur erreicht wieder die normale Höhe. Durch das Zurückgehen der Schwellungen verschwindet auch der idiotische Gesichtsausdruck und die Gesichtszüge werden wieder die alten. Die ausgefallenen Haare wachsen wieder. Bei jugendlichen Individuen nimmt das stehen gebliebene Wachstum schnell und erheblich zu. Kurz die vorher körperlich und geistig völlig unbrauchbaren Kranken werden wieder neue, normale Menschen.

Zur Erhaltung der Heilung muss dann das Mittel von Zeit zu Zeit in kleinen Mengen weiter genommen werden, dann bleibt der Normalzustand völlig erhalten, während sich bei zu langem Pausieren das Myxoedem allmählich wieder einstellt.

Nach diesen Erfolgen beim Myxoedem wurde die Drüsensubstanz bei den verschiedenartigsten Krankheiten erprobt und unter anderem gefunden, dass gewisse Fettleibige rasch und ausgiebig bei Gebrauch des Mittels abnehmen. Genaue Untersuchungen des Stoffwechsels, die daraufhin bei Mensch und Tier ausgeführt wurden zeigten, dass der Schilddrüsensubstanz eine energische erhöhende Wirkung auf den Stoffwechsel zukommt, dass besonders energisch Fett zersetzt wird, dass aber auch die Ausscheidung von Stickstoff zunimmt. Das nächstliegende war, diese Vermehrung der Stickstoffausscheidung so zu erklären, dass man nicht allein eine gesteigerte Zerstörung des Körperfettes, sondern auch des Körpereiweisses annahm. Neuere Untersuchungen (Schöndorff) zeigten aber, dass wenn man die Drüse längere Zeit weiter giebt, die Fetteinschmelzung zwar bis zu einem gewissen ziemlich hohen Grade weitergeht, die Vermehrung der Stickstoffausscheidung aber schon sehr bald nachlässt, so dass kein weiterer *N*-Verlust mehr stattfindet. Erst wenn die Fettzersetzung im Körper sehr weit gediehen ist, geht auch die Stickstoffausscheidung wieder in die Höhe. Der betreffende Autor glaubt deshalb, auch auf Grund anderer Beobachtungen über das Vorkommen von stickstoffhaltigen Extractivstoffen in den Geweben, dass die anfänglich vermehrte Stickstoffausscheidung nicht durch eine erhöhte Eiweisszersetzung, sondern durch eine verstärkte Auslaugung von Harnstoff und Extractiv-

stoffen aus den Geweben zu erklären sei. Erst spät, wenn schon sehr viel Fett geschwunden ist, wird auch das Eiweiss angegriffen.

Ich kann auf die vielfachen klinischen Versuche, die mit der Schilddrüsensubstanz gemacht wurden, hier nicht eingehen, muss aber noch eine interessante Erfahrung erwähnen, die hier auf der Irrenklinik von Reinhold und fast gleichzeitig von Bruns in Tübingen gemacht wurde. Man fand nämlich, dass gewisse Formen des Kropfes sich nach Eingabe von Schilddrüsen schnell und erheblich verkleinerten. Diese ausserordentlich auffallende Thatsache hatte für Kropfgegenden wie Freiburg auch eine praktische Bedeutung und eröffnete zugleich eine bessere Aussicht auf die Möglichkeit einer chemischen Isolierung der in der Drüse enthaltenen wirksamen Substanz, da man jetzt das Kleinerwerden oder Nichtkleinerwerden eines geeigneten Kropfes gleichsam als Reagenz darauf benutzen konnte, ob eine gewisse chemische Fraktion die wirksame Substanz noch enthielt oder nicht. In zweiter Reihe konnte die Beeinflussung des Stoffwechsels eines im Stoffwechselgleichgewicht befindlichen Versuchstieres als Reagenz auf die wirksame Substanz benutzt werden.

Inzwischen war schon von verschiedenen Seiten der Versuch gemacht worden, die Substanz zu isolieren, doch ohne dass ein sicheres Resultat erzielt wurde, und man neigte deshalb allgemein zu der Anschauung, dass dieselbe ein Ferment sei, wie solche von verschiedenen Drüsen des Körpers produciert werden. Baumann zeigte aber sofort im Beginn seiner Untersuchungen, dass dies nicht der Fall sein könne, da die wirksame Substanz sich als sehr viel widerstandsfähiger als Fermente gegen zerstörende Einflüsse erwies, wie z. B. gegen Kochen mit Mineralsäuren. Nach längeren Versuchen gelang es dem grossen Forscher, thatsächlich die wirksame Substanz abzuscheiden. Dieselbe erwies sich als eine eigentümlich eiweissartige Verbindung, die Jod in sehr fester organischer Bindung enthält und etwa in den Mengen von einigen zehntel Prozent aus den frischen Hammelsschilddrüsen erhalten werden kann. Sie erhielt den Namen Jodothyrin und besitzt alle Heilwirkungen gegen Myxoedem, auf den Stoffwechsel, Fettsucht, Kropf und einige andere Affektionen, wie sie der Gesamtdrüsensubstanz zukommen. Das Jodothyrin ist in der Drüse übrigens nicht in freiem Zustand enthalten, sondern in enger Verbindung mit Eiweiss, aus der es nur durch stark wirkende Mittel abgespalten werden kann. Mit dieser Entdeckung war die vorher so rätselhafte Schilddrüsentherapie wissen-

schaftlich erklärt, und was ebenfalls von grosser Bedeutung, es war gezeigt, dass das Element Jod ein normaler Bestandteil des Organismus ist, was bisher ganz unbekannt gewesen war. Umfangreiche Untersuchungen an menschlichen Schilddrüsen ergaben, dass Jod meist in ziemlich erheblichen Mengen sich findet und nur selten, z. B. bei kleinen, an Schwäche gestorbenen Kindern, nicht nachgewiesen werden kann.

Nach den Erfahrungen, die mit der Jodverbindung resp. der Schilddrüsensubstanz beim Kropf gemacht wurden, lag es nahe, dieselben beim endemischen Kretinismus zu versuchen, der so gut wie ausschliesslich in Bezirken vorkommt, in denen Kropf heimisch ist und der zweifellos mit einer Abnormität in der Schilddrüsenfunktion zusammenhängt. Die von dem Leiden Befallenen sind hier unter dem Namen Poppele bekannt. Die Krankheit ist von Myxoedem durchaus verschieden und beginnt immer schon im jugendlichen Alter. Es ist deshalb von vornherein nicht zu erwarten, dass das abnorme Knochenwachstum und das zurückgebliebene Gehirn bei erwachsenen Kretins noch durch die Behandlung beeinflusst werden kann. Aber bei jugendlichen Individuen ist dies möglich. So hatte ich vor einiger Zeit Gelegenheit, ein kretinistisches Kind von $3^1/_2$ Jahren zu beobachten, welches in geistiger Beziehung sehr zurückgeblieben und seit längerer Zeit nicht mehr gewachsen war. Dasselbe wurde unter Jodothyringebrauch nach Aussagen der Mutter und auch nach meiner Ueberzeugung erheblich regsamer und nahm in sieben Monaten um $7^1/_2$ cm an Körperlänge zu. Das Gewicht nahm anfangs stark ab allmählich aber wieder zu, so dass das schlanker gewordene Kind nach sieben Monaten etwa so schwer war wie vor Beginn der Behandlung.

Nachdem sich das Jodothyrin in klinisch-therapeutischer Hinsicht der Gesamtschilddrüsensubstanz als völlig ebenbürtig erwiesen hatte wurde die Frage aufgeworfen, ob das Jodothyrin auch die Schilddrüse völlig ersetzen könne ähnlich so, wie wir gesehen haben eine implantierte Drüse die andere ersetzen kann. Man dachte dabei, dass das Jodothyrin vielleicht nicht die einzige, sondern nur eine von eventuell mehreren Substanzen sei, die alle zur Erhaltung des Lebens nötig seien. Es wurde versucht, die Frage so zu entscheiden, dass man Hunden die Schilddrüse entfernte und sah, ob sich die danach eintretenden schweren Krankheitserscheinungen durch Eingabe der Substanz beseitigen liessen. Eine grössere Anzahl Forscher sprach sich in bejahendem Sinne aus, andere in verneinen-

dem. Diese Verschiedenheit der Ansichten ist nicht weiter wunderbar für den, der das ausserordentlich wechselvolle Bild der Tetanie beim Hunde beobachtet hat. Ein Hund z. B., der an einem Abend so schwer krank darniederliegt, dass man ein Wiederaufkommen für unmöglich hält ist oft, ohne dass irgend etwas geschah, am anderen Tage ganz munter, und am Anfange haben wir gehört, dass Hunde nach der Operation manchmal gar nicht erkranken. Hat man nun zufällig einen solchen Hund oder einen, der vor einer spontanen Besserung steht, mit Jodothyrin oder Schilddrüsensubstanz behandelt, so könnte man leicht geneigt sein, das Ausbleiben der Krankheitserscheinungen auf Rechnung des Mittels zu setzen. Dazu wurde bald festgestellt, dass Eingabe von unveränderter Drüsensubstanz oder Einspritzung von Drüsensaft ebenfalls oft nicht mehr im Stande ist, die schweren Erscheinungen zu beseitigen oder zu verhüten. Es ist deshalb die Frage, ob das Jodothyrin die einzig wirksame Substanz in der Drüse ist, auf diesem Wege nicht zu entscheiden.

Es gelang aber auf andere Weise, dieser Frage näher zu kommen. Es konnte nämlich festgestellt werden, dass jodfreie Schilddrüsen, wie sie sich manchmal bei ganz gesunden Schweinen oder bei Fleischfressern finden, therapeutisch bei Kropf und auf den Stoffwechsel unwirksam sind und dass die Wirksamkeit mit der Zunahme des Gehalts der Drüse an der Jodverbindung steigt. Auf diese Weise war der Beweis erbracht, dass die Jodverbindung in der Drüse die Heilwirkung allein ausübt und dass keinerlei Grund vorliegt, noch andere wirksame Substanzen in der Drüse anzunehmen. Damit war, um mich so auszudrücken, der pharmakologische Teil der Schilddrüsenfrage bis etwa auf die genauere Erforschung des Jodothyrins selbst abgeschlossen.

Viel schwieriger aber und bisher überhaupt nicht mit Sicherheit möglich ist die Beantwortung der Frage nach der physiologischen Bedeutung der Jodverbindung in der Drüse, das ist der Frage, wozu dieselbe gebildet wird und, was damit eng zusammenhängt, die Frage nach der Art der Thätigkeit der Schilddrüse überhaupt.

Eine Funktion des Organs besteht jedenfalls darin, das in den Körper in Spuren mit der Nahrung aufgenommene Jod aufzusammeln und in Form der oben besprochenen organischen Verbindung aufzuspeichern. Dieses Depot ist bei verschiedenen Tieren verschieden gross, und zwar enthalten die Drüsen von Pflanzenfressern fast regelmässig und meist nicht unbeträchtliche Mengen des Elements,

die von Bruchteilen eines mmgr bis zu mehreren mmgr schwanken können. Fleischfresser dagegen enthalten fast durchweg erheblich weniger, nur Spuren oder überhaupt nicht nachweisbare Mengen. Es muss deshalb das Muskelfleisch so gut wie jodfrei sein oder, was sehr unwahrscheinlich einen stärkeren Verbrauch von Jod bedingen. Gibt man aber den Tieren Jod oder Jodverbindungen ein, so beginnt sofort, auch bei Fleischfressern, eine starke Ablagerung in der Drüse. So wurden bei mit Jod behandelten Hunden bis 30 und 40, die Höchstzahl war 47 mmgr, in der Drüse aufgespeichert gefunden. Auch beim Menschen wird die Drüse nach Jodgebrauch sehr jodreich.

Frägt man nun nach dem Grunde dieser Ablagerung, so ist eine Annahme, die wegen der Analogie mit ähnlichen Vorgängen im Körper immerhin in Betracht kommen könnte, wie ich glaube, von vornherein auszuschliessen. Die Ablagerung scheint nämlich jedenfalls nicht deshalb stattzufinden, um das Jod aus dem Kreislauf zu entfernen und quasi unschädlich zu machen, ähnlich wie vielleicht die Ablagerung mancher in den Körper eingebrachter Metalle in der Leber aufgefasst wird. Denn sonst wäre es ganz unverständlich, warum die so eigenartig und in schon sehr geringen Mengen heftig wirkende Jodverbindung daraus gebildet wird, während den sonstigen Verbindungen von Jod und Eiweiss, wie sie auch ausserhalb des Körpers leicht gewonnen werden können, nur eine sehr schwache Wirksamkeit zukommt, die nicht grösser ist, als die der kleinen Mengen von Jod als solchem, das in der Verbindung enthalten ist. Von einer Unschädlichmachung von im Körper zirkulirendem Jod durch die Drüse kann deshalb nicht wohl die Rede sein.

Zur Feststellung des Grundes der Bildung der Jodverbindung in der Drüse müssen wir uns an die wichtigsten Eigenschaften des Jodothyrins erinnern, an die starke Beeinflussung des Stoffwechsels und die wunderbare Einwirkung auf das Myxoedem, die, wie wir oben besprochen haben einer völligen Heilung gleichkommt und die durch Einnahme von Jod allein oder irgend einer anderen Jodverbindung nicht eintritt. Man hat bei der Darreichung von Jodothyrin an Myxoedematöse durchaus den Eindruck, dass dadurch einem dringenden und ständigen Bedürfnis des Organismus abgeholfen wird, denn bei fortgesetzter Darreichung bleibt ein solcher myxoedematöser Organismus normal. Berücksichtigt man ferner die Thatsache, dass der Mensch und manche Tiere, denen man die Schilddrüse entfernt hat (so dass natürlich die Jodverbindung nicht mehr

gebildet werden kann) in einen Zustand verfallen, der mit Myxoedem identisch ist, so ist die Annahme geradezu zwingend, dass die Schilddrüse die in ihr gebildete Jodverbindung secernirt, an den Körper abgibt, um damit den Stoffwechsel auf normaler Höhe zu halten, während ohne dieselbe ein Sinken des Stoffwechsels und abnormer Verlauf desselben eintritt, der Myxoedem im Gefolge hat.

Dass die Schilddrüse im Sinne der Produktion eines Sekretes thätig ist, ist auch auf mikroskopischem Wege von verschiedenen Forschern gezeigt worden (Langendorff, Hürthle, Biondi). Als Sekret wurde der für die Schilddrüse charakteristische Stoff, das Colloid, erkannt. Wenn man z. B. $^3/_4$ der Schilddrüse entfernt und nur $^1/_4$ zurücklässt, welches dann die Funktion der ganzen Drüse übernimmt, so kann man in demselben, wie das Hürthle beobachtet hat, deutlich eine vermehrte Colloidproduktion mikroskopisch feststellen. Weiter ist mikroskopisch beobachtet, dass das Colloid in die Lymphbahnen der Drüse gelangt, die es mit ihrem gesamten Inhalt dem allgemeinen Kreislauf zuführen. Chemische Untersuchungen haben ausserdem den Beweis erbracht, dass die Jodverbindung im Colloid enthalten ist (Oswald). Man kommt also auch auf diesem Wege zu dem Ergebnis, dass die Jodverbindung an den Kreislauf abgegeben wird, dass die Schilddrüse die Jodverbindung secernirt.

Ein weiteres Moment, das für unsere Auffassung spricht, ist das, dass die Erscheinungen, die bei einem Menschen eintreten, dem man zu viel Jodothyrin eingegeben hat, fast genau dieselben sind, wie die Symptome bei der Basedow'schen Krankheit, bei welcher man auch aus anderen Gründen eine gesteigerte Thätigkeit der Schilddrüse annehmen muss.

Zur Regulierung des Stoffwechsels durch die Jodverbindung sind allerdings allem Anschein nach nur sehr geringe Mengen derselben nötig. Thatsächlich kann man auch therapeutisch schon mit Bruchteilen eines mmgr Jod in der Jodothyrinbindung ganz erhebliche Wirkungen erzielen, und wir haben vorhin gesehen, dass man durch Implantation von Schilddrüsenstücken, die ja nur wenig von der wirksamen Substanz enthalten, Myxoedem schon für Monate bessern kann. Wäre dies nicht der Fall, so hätte unsere Auffassung der Thatsachen für die Fleischfresser keine Giltigkeit und damit überhaupt keine allgemeine Bedeutung. Denn wie wir gesehen haben, steht den Fleischfressern Jod nur in minimalen Mengen zur Verfügung, und deshalb kann die Jodverbindung auch nur in minimalen Mengen in der Drüse gebildet und von derselben abgegeben werden. Bei

künstlicher Jodzufuhr sammeln die Fleischfresser allerdings auch einen erheblichen Vorrat an, der, wie Versuche zeigen nur sehr langsam abgegeben wird.

Vielleicht hängt auch die Grösse des Verbrauchs der Jodverbindung mit der Art der Nahrung zusammen, so dass Pflanzenfresser für den Ablauf ihres Stoffwechsels mehr nötig haben als die Fleischfresser.

Ich möchte mich in diesem schwierigen Gebiete, in dem die Phantasie einzelner Untersucher gegenwärtig eine etwas verwirrende Rolle spielt nicht in Hypothesen verlieren und Ihnen nur noch kurz eine Auffassung der Schilddrüsenfunktion, die öfters ausgesprochen wurde, kurz anführen. Als man die schweren tetanischen Krampfzustände der Hunde nach Extirpation der Drüse kennen lernte, war es naheliegend, den Zustand als eine Vergiftung anzusehen, womit derselbe thatsächlich eine gewisse Aehnlichkeit hat. Es entstand so die Theorie von der entgiftenden Funktion des Organs, d. h. man stellte sich vor, dass normalerweise im Stoffwechsel gewisse Gifte gebildet und durch die Schilddrüse unschädlich gemacht würden. Wird dann die Drüse weggenommen, so kommen die Gifte zur Wirkung und erzeugen Tetanie resp. Kachexie. Von den Hauptverfechtern dieser Anschauung wird der Vorgang der Entgiftung der angenommenen Toxine in die Schilddrüse selbst verlegt und die Abgabe eines Sekretes an den Körper überhaupt in Abrede gestellt. Es würden danach in der Drüse beständig die entgiftenden Umsetzungen stattfinden, und nur für den Körper durchaus unwichtige neutralisierte Toxine die Drüse verlassen.

Für diese Auffassung fehlt meines Erachtens jeder stichhaltige Grund, dagegen könnte vielleicht eine Art von Entgiftung des Körpers durch die Schilddrüse, die mit der Sekretion des jodhaltigen Produkts derselben zusammenhängt, in folgender Weise stattfinden: Die Stoffwechseluntersuchungen haben ergeben, dass durch Einwirkung von Schilddrüse resp. Jodothyrin die festen Harnbestandteile erheblich vermehrt werden, und dass sie bei Schilddrüsenmangel (Myxoedem) vermindert sind. Es wäre dann die Tetanie als ein Zustand aufzufassen, der durch Zurückbleiben von Stoffwechselprodukten im Körper verursacht ist, die bei normalen Verhältnissen unter Einwirkung des Schilddrüsensekretes den Körper verlassen. Es würden dann die tetanischen Krämpfe den urämischen Krampfzuständen entsprechen, wie sie manchmal bei Krankheiten der Nieren auftreten, wenn diese Ausscheidungsorgane nicht mehr genügend funktio-

nieren und die Endprodukte des Stoffwechsels nicht mehr herausschaffen können.

Auf diese Weise wären die beiden Anschauungen, dass die Schilddrüse einen Stoff produziert und abgiebt und die Ansicht von der entgiftenden Funktion in Einklang gebracht und so eine Erklärung für viele der Beobachtungen geliefert.

Nachdem so die Schilddrüse als ein Organ erkannt ist, welches in hervorragender Weise an den Stoffwechselvorgängen teilhat, ist es uns auch nicht weiter auffallend, dass dasselbe z. B. zur Zeit der Schwangerschaft meist etwas anschwillt, also in einer Zeit, in der im mütterlichen Organismus ein stark erhöhter Stoffumsatz stattfindet. Diese Vergrösserung tritt offenbar ein, um den erhöhten Anforderungen zu genügen, während wir von der Ursache mancher anderer kropfiger Vergrösserungen des Organs nur sehr mangelhafte Vorstellungen bis jetzt besitzen.

In neuerer Zeit hat nun ein Königsberger Gynäkologe Lange die Beobachtung gemacht, dass von den Frauen, bei denen die Vergrösserung der Schilddrüse in der Schwangerschaft ausblieb, ein relativ grosser Teil an Nierenaffektionen erkrankte und dass die Nierenaffektionen durch Darreichung der wirksamen Jodverbindung sehr günstig beeinflusst wurden. Also auch diese Beobachtung macht eine Beteiligung der Schilddrüse bei den Ausscheidungen wahrscheinlich. Derselbe Forscher hat auch interessante Tierversuche angestellt, die genauer hier zu besprechen zu weit führen würde, aus denen aber ebenfalls die Wichtigkeit der Schilddrüse resp. ihres Produkts bei diesen Vorgängen hervorgeht.

Dies, hochgeehrte Anwesende, ist in groben Zügen etwa der gegenwärtige Stand unserer Kenntnis von der Schilddrüse. Ich muss aber bemerken, dass die Untersuchungen durchaus nicht abgeschlossen sind und noch viele Meinungsverschiedenheiten bestehen. Bei der Schwierigkeit, diese Fragen experimentell anzugreifen und eindeutige Resultate zu erhalten, wird eine gründliche und solide Forschung auch nur langsam vorwärts kommen und unser Organ die Forscher deshalb voraussichtlich noch lange Zeit beschäftigen.

Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl.

Von

G. Meyer.

Mit 4 Karten (Taf. XI—XIV).

Einleitung.

Nachdem der Verlauf der erdmagnetischen Linien in grossen Zügen im Anfang und in der Mitte des vorigen Jahrhunderts festgestellt ist, hat sich jetzt das Interesse mehr den Einzelheiten dieses Bildes zugewandt. Man misst die erdmagnetischen Konstanten in einem kleineren Gebiete, etwa einem Gebirge, der Umgebung eines Meeres, mit möglichst grosser Genauigkeit und sucht aus den Deformationen, welche die erdmagnetischen Kurven in dem betrachteten Gebiete gegen den normalen Verlauf aufweisen, Beziehungen zu gewinnen zu dem geologischen Aufbau und den Eigenschaften der vorhandenen Gesteine. Nicht selten hat so die erdmagnetische Erforschung Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der tieferen, dem Geologen unzugänglichen Erdschichten gestattet. Vorbedingung für derartige Forschungen ist die geologische und erdmagnetische Untersuchung eines Gebietes. Geologische Landesaufnahmen liegen wohl fast überall vor oder sind wenigstens in der Entstehung begriffen, während erdmagnetische Aufnahmen meistens noch fehlen. Die vorliegende Abhandlung sucht für ein kleines Gebiet diese Lücke auszufüllen, indem sie das Verhalten des Erdmagnetismus beschreibt in einem geographisch scharf begrenzten, geologisch interessanten und vielfach durchforschten Gebiete, dem Kaiserstuhl.

Die Möglichkeit, die erdmagnetische Aufnahme durchzuführen, gewährte eine grössere Geldbewilligung der Grossherzoglich Badischen Regierung; für die Ausführung der Messungen stellte der Direktor der deutschen Seewarte, Herr Wirkl. Geh. Admiralitätsrat Neumayer, ein Deviationsmagnetometer zur Verfügung, und eine wesentliche Beihülfe für die Veröffentlichung lieferte schliesslich der Badische Schwarzwaldverein, welcher gestattete, dass die dem Verein gehörenden zur Herstellung der „Karte des Badischen Schwarzwaldvereins" benützten Steine zur Anfertigung der topographischen Unterlage der erdmagnetischen Karten ohne Entgelt benützt wurden. Der Verfasser erachtet es als seine Pflicht, an erster Stelle den Behörden und dem Verein zu danken, welche die erdmagnetische Aufnahme des Kaiserstuhles ermöglichten und förderten.

Lokalitäten, an denen die erdmagnetischen Konstanten von den normalen Werten oft erhebliche Abweichungen zeigen, sind in verschiedenen Gegenden[1] Deutschlands bekannt, und häufig kann man diese Störungen zu dem Auftreten magnetischer Gesteine, Serpentin, Basalt, in Beziehung bringen. Eine magnetische Anomalie, welche wenigstens in der Hauptsache durch das Auftreten von Basalt bedingt ist und bis jetzt unbekannt war, ist die im Kaiserstuhl beobachtete Störung. Vorläufige, mit einem kompensierten Magnetometer nach W. Weber und einem Reisekompass angestellte Messungen zeigten, dass die Störungen erhebliche Beträge aufweisen, so dass es lohnend erschien, die erdmagnetischen Konstanten in dem Gebirge zu bestimmen, selbst wenn nur eine mässige Genauigkeit erreichbar war, um nach Beziehungen zu dem vielfach erforschten geologischen Bau zu suchen.

Instrumente und Messmethoden.

Die Messung der Horizontalintensität geschah mittelst eines Intensitätsvariometers nach F. Kohlrausch in der Weise, dass am Rande des Gebirges vier Beobachtungsstationen, Ihringen (1), Vogelsang[2] (36), Königschaffhausen (315), Ober-Rothweil (295) und (295[a]) ausgewählt und Unterschiede der Horizontalintensität an den zu untersuchenden Orten gegen eine der vorgenannten Stationen

[1] Siehe die Zusammenstellung bei Zeisberg, Erdmagnetische Untersuchungen im Zobtengebiet. Diss. Breslau 1899, S. 8.

[2] In dem Sattel zwischen Neunlindenberg und Eichelspitze gelegen.

gemessen wurden. Das Instrument stand bei diesen Versuchen entweder auf einem Grenzstein (Sandstein) oder auf dem völlig eisenfreien auf den Erdboden gestellten Kasten, in welchem der Beobachter dasselbe mitführte. Nach diesem Verfahren sind im Laufe der Jahre 1897, 1898, 1899 bei gelegentlichen Ausflügen 382 Vergleichungen der Horizontalintensität H im Innern des Gebirges gegen die Stationen am Gebirgsrande vorgenommen. Das Intensitätsvariometer zeigte sich als ein sehr konstantes Instrument; wochenlang wurden bei Berücksichtigung der Temperaturkorrektion an derselben Station die nämlichen Ablesungen gemacht. Der Eisenbahntransport, während dessen der Beobachter das Instrument auf dem Schosse trug, machte sich nicht schädlich bemerkbar. Die absoluten Werte von H an den Punkten (1), (36), (295), (295[a]), (315) folgen aus Vergleichungen mit Freiburg i. B. Die Beobachtungen wurden dort an demselben Platze auf dem Schlossberge vorgenommen, an dem Lamont[1] am 7. Oktober 1852 seine Messungen ausführte. Der Wert der Horizontalintensität ist aus den Tabellen von Kohlrausch für 1898.7 interpoliert. Eigene Messungen, welche mit dem interpolierten Werte nahe übereinstimmen, habe ich mit einem von Meyerstein gebauten Magnetometer vorgenommen. Da dieses Instrument nicht für Reisezwecke konstruiert war und bei der improvisierten Aufstellung im Freien eine Genauigkeit von 0.001 *CGS.* nicht erreicht wurde, so habe ich als Normalwert[2] für Freiburg i. B. den aus der Kohlrausch'schen Tabelle interpolierten zu Grunde gelegt. Für diesen Ort ergiebt sich 1898.7 $H = 0.203$ und für die Stationen:

(1) Ihringen $H = 0.197$,
(295) Ober-Rothweil $H = 0.199$,
(295[a]) Ober-Rothweil $H = 0.198$,
(36) Vogelsang $H = 0.205$,
(315) Königschaffhausen $H = 0.202$.

[1] Lamont, Magnetische Ortsbestimmungen 1854, Bd. I S. 78.

[2] Aus den für 1901 gültigen Tabellen in Kohlrausch, Kleiner Leitfaden der praktischen Physik, Leipzig 1900, sind die magnetischen Konstanten für Freiburg i. B. interpoliert und mit den säkularen Variationen auf 1898.7 reduziert: $H = 0.203$, $J = 63°.8$, $\delta = 12°.42$. Eigene Messungen am 4. und 5. Oktober 1898 gaben $\delta = 12°.45$, $J = 63°.8$, so dass die Benutzung des interpolierten Wertes von H wegen einer etwa in Freiburg vorhandenen Störung nicht zu gewagt erscheint.

Sämtliche Bestimmungen von Horizontalintensitäten im Kaiserstuhl sind Messungen der Differenz der Intensität zwischen dem untersuchten Ort und Freiburg i. B. Die Deklinationen und Inklinationen sind mit einem Deviationsmagnetometer gemessen, welches Herr Geh. Rat Neumayer aus den Beständen der Seewarte zur Verfügung stellte. Das Instrument bestand aus einem Teilkreis mit Nonius-Ablesung bis auf 1′ und excentrischem Fernrohr, auf welchen nach der Horizontierung ein Nadelinklinatorium gesetzt wurde. Die Schwingungsebene der Nadel brachte man entweder nach den Angaben einer gleich zu beschreibenden Deklinationsnadel oder durch Vertikalstellung der Inklinationsnadel in den magnetischen Meridian und las beide Spitzen ab, wobei auf jeder Station die Nadel umgelegt und ummagnetisiert wurde. Die Inklination fand sich, wenn man eine Lupe (zur Kreisablesung) benützte bis auf 0°.1 genau; so lieferten zwei Bestimmungen in Freiburg i. B. 1898 6. und 19. Nov. $J = 63°.8$ und $J = 63°.7$, zwei Messungen in Ober-Rothweil 1898 22. und 27. Aug. die Werte 65°.2 und 65°.1. Zum Zweck der Deklinationsbestimmung wurde der Nordpunkt des Teilkreises dadurch ermittelt, dass man unter gleichzeitiger Beobachtung der Zeit den Sonnenrand mit dem excentrischen Fernrohr bei niedrigem Sonnenstande direkt, bei hohem unter Benutzung eines Peilspiegels anvisierte. Die zur Ermittelung des Sonnenazimutes erforderlichen Zeitbestimmungen geschahen im physikalischen Institut zu Freiburg i. B. durch Messung von Sonnenhöhen mit Prismenkreis und Quecksilberhorizont; bei Berechnung des Azimutes an den Stationen wurde die aus der topographischen Karte im Massstabe 1 : 25000 entnommene Längendifferenz gegen Freiburg i. B. berücksichtigt. Der Gang der benützten Uhr war so konstant, dass die Zeit sich bis auf 1 Sekunde angeben liess. Auf den Teilkreis wurde ein Deklinationskästchen aufgesetzt, in welchem über einer kreisförmigen Elfenbeinteilung eine umlegbare Magnetnadel auf einer Pinne sich bewegte; der Nullstrich dieser Teilung fiel nahe mit der Absehensrichtung des excentrischen Fernrohres zusammen, so dass die Kombination der Kreisablesung, bei welcher die Nadel über dem Nullstrich der Elfenbeinteilung sich befand, mit dem durch die Sonnenbeobachtung ermittelten Nordpunkte des Kreises die Deklination lieferte. Später zu erwähnende Messungen zeigten, dass die an der Nadel abgelesene Deklination um 0°.28 zu vermindern war, um den wahren Wert dieser Grösse zu erhalten. Die Genauigkeit dieser Bestimmungen ist auf 0°.3 geschätzt. Drei Messungen in

Ober-Rothweil 1898 22. Aug., 27. Aug., 17. Sept. gaben für die Deklination die Werte $8^0.8$, $8^0.7$, $8^0.6$ und zwei Messungen am Büchsenberg 1898 9. und 20. Sept. beide Male $8^0.0$.

Zur Erreichung einer grösseren Genauigkeit liess ich einen hohlen Magneten anfertigen, welcher an einem Coconfaden aufgehängt wurde; ein in den Deckel des Deklinationskästchens eingeschraubtes Messingrohr enthielt die Suspension. Der Magnet schwebte in einem messingenen Träger ruhend im Innern des Deklinationskästchens, aus dem die Pinne entfernt war. Der hohle Magnet, welcher an einem Ende durch eine kreisförmige Blende, am anderen Ende durch eine Linse, deren Brennweite der Länge des Magneten gleich kam, verschlossen war, konnte in seinem Träger um 180^0 umgelegt werden. An diesem befand sich ein Zeiger, welcher über der Elfenbeinteilung spielte. Zur Bestimmung des Einflusses der Fadentorsion wurde der hohle Magnet durch einen gleich schweren, schwach magnetisierten Stab ersetzt und die Aenderung der Einstellung auf der Elfenbeinteilung abgelesen. Die Genauigkeit der Deklinationsbestimmung kann man auf 2′ schätzen. Zwei Bestimmungen in Ober-Rothweil 1898 27. Aug. und 17. Sept. ergaben die Deklinationen $8^0.65$ und $8^0.64$. An den Punkten, an denen eine genaue Bestimmung erforderlich schien, wurde der hohle Magnet verwandt, in der Mehrzahl der Fälle aber die Nadel benützt, welche eine Deklinationsbestimmung in erheblich kürzerer Zeit als nach dem soeben beschriebenen Verfahren ermöglichte. An einer Reihe von Stationen wurden der hohle Magnet und die Nadel beobachtet; die Vergleichung der Resultate zeigte, dass die mit der Nadel erhaltene Deklination um $0^0.28$ zu vermindern war, um die mit dem hohlen Magneten ermittelte zu erhalten. Sämtliche Nadelbeobachtungen haben diese Korrektion erfahren.

Die Benützung zweier verschiedener Instrumente für Horizontalintensität einerseits und für Deklination und Inklination andererseits verlangt freilich eine zweimalige Begehung des Geländes, bietet aber bei der geringen Ausdehnung desselben in diesem Falle Vorteil, da die Zahl der Intensitätsbestimmungen beinahe das Dreifache der übrigen Messungen erreicht und das Intensitätsvariometer ein sehr schnelles Arbeiten gestattet.

Die nachfolgende Tabelle enthält sämtliche Beobachtungen, bei deren Reduktion die tägliche und säkulare Variation der magnetischen Konstanten unberücksichtigt blieb. Dieselben gelten für 1898.7. Die Angabe der Deklination auf 2 Decimalen bedeutet,

dass die betr. Beobachtung mit dem hohlen Magneten vorgenommen ist.

In die Beobachtungszeiten fiel die lebhafte magnetische Störung in den Tagen des 9. Sept.; ein Teil der Beobachtungen wurde daher zu einer späteren Zeit wiederholt, ohne jedoch merkbare Unterschiede zwischen beiden Beobachtungsreihen zu ergeben.

Die in der Ortsbezeichnung aufgeführten Zahlen sind in der topographischen Karte 1 : 25000 vorkommende Höhenzahlen oder die Ordnungszahlen der Stationen. Wegen der Ortsbezeichnung vergleiche man die nämliche Karte, da die beigegebenen Karten in dieser Hinsicht weniger Einzelheiten aufweisen.

(Tabellen siehe Rückseite u. ff.)

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Ihringen. 270 m S v. Station	1	1898 Aug. 23.	12°.23	64°.1	0.197	0.193	0.042	0.417	— 0.005	— 0.002	+ 0.005
Weg **Ihringen-Neunlinden.** 3fache Wegkreuzung nahe bei 240.4 auf dem nach NNW gehenden Feldweg	2	—	—	—	0.195	—	—	—	—	—	—
Weg **Ihringen-Neunlinden** bei 220.1	2a	1898 Sept. 2.	11°.7	65°.1	0.195	0.191	0.040	0.420	— 0.007	— 0.004	+ 0.008
100 m NNW v. **Sauwasenhof**	3	1898 Aug. 30.	—	62°.4	0.204	—	—	0.390	—	—	— 0.022
Weg **Ihringen-Neunlinden.** Welzenthal. 175 m NNW von 307.9	4	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Weg **Ihringen-Neunlinden** 50 m N von 389.3 . .	5	—	—	—	0.213	—	—	—	—	—	—
Weg **Ihringen-Neunlinden** am **Wald**rand. W von Lilienthal	6	1898 Aug. 30.	—	63°.0	0.216	—	—	0.425	—	—	+ 0.013
N von 401.0. 3fache Wegkreuzung Lilienthal, Neunlinden, Bickensohl .	7	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
SSO vom **Todtenkopf** b.483.8	8	1898 Aug. 30.	14°.6	65°.6	0.197	0.191	0.050	0.415	— 0.007	+ 0.006	+ 0.003
Weg **Ihringen-Neunlinden** 220 m NO von 483.8 .	9	—	—	—	0.181	—	—	—	—	—	—
150 m S vom **Todtenkopf** .	10	1898 Aug. 30.	12°.5	64°.0	0.197	0.192	0.043	0.404	— 0.006	— 0.001	— 0.008
Sattel zwischen Neunlinden und Todtenkopf . . .	11	—	—	—	0.217	—	—	—	—	—	—
Mittlerer Gipfel von Neunlinden. 80 m O von 11	12	—	—	—	0.216	—	—	—	—	—	—
Neunlindenberg	13	1898 Aug. 30.	12°.2	61°.2	0.220	0.216	0.047	0.400	+ 0.018	+ 0 003	— 0.012
Todtenkopf. Trigonomtr. Stein	14	1898 Aug. 30.	12°.5	59°.3	0.222	0.217	0.048	0.374	+ 0.019	+ 0.004	— 0.038
Westl. Kamm d. Todtenkopfs. Winkel der Grenze 150 m SW von 14	15	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—

Westecke des Todtenkopfs. Nordwestabhang des Todtenkopfs. 220 m NW von 14	16	1898 Aug. 30.	13°.3	62°.8	0.211	0.205	0.049	0.411	+ 0.007	+ 0.005	— 0.001
150 m NW von 17 . . .	17	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Sattel zwischen Todtenkopf und Scheibenbuck . .	18	1898 Sept. 6.	12°.4	65°.2	0.210	0.205	0.045	0.454	+ 0.007	+ 0.001	+ 0.042
Krummer Graben b. 342.3	19	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Krummer Graben. 200 m W von 20	20	—	—	—	0.201	—	—	—	—	—	—
Krummer Graben 500 m WNW von 20	20a	1898 Sept. 2.	12°.3	64°.2	0.203	0.198	0.043	0.420	0.000	— 0.001	+ 0.008
Ostausgang von Oberrothweil	21	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Weg **Oberrothweil-Oberbergen.** Kilometerstein 7	22	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Zwischen Oberbergen und Rothweil 100 m ONO von 23	23	—	—	—	0 204	—	—	—	—	—	—
Ostausgang von Oberbergen	23a	1898 Aug. 23.	13°.3	64°.7	0.204	0.199	0.047	0.432	+ 0.001	+ 0.003	+ 0.020
Weg **Oberbergen-Scheibenbuck.** 75 m W von 364.8	24	—	—	—	0.197	—	—	—	—	—	—
Scheibenbuck. 414.3 . .	25	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
125 m NW von 26 . . .	26	1898 Sept. 6.	9°.0	62°.8	0.219	0.216	0.034	0.426	+ 0.018	— 0.010	+ 0.014
Zwischen Scheibenbuck und 413.3. 100 m SO von 413.3	27	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
Westabhang des Scheibenbucks. 150 m O von 28	28	—	—	—	0 201	—	—	—	—	—	—
Scheibenbuck. 200 m O v. 29	29	—	—	—	0.209	—	—	—	—	—	—
Scheibenbuck unweit 445.7	30	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
Sattel zwischen **Todtenkopf** und **Scheibenbuck** . .	30a	1898 Sept. 6.	11°.1	64°.2	0.206	0.202	0.040	0.426	+ 0.004	— 0.004	+ 0.014
Nordabhang des **Scheibenbucks.** 200 m N von 31	31	1898 Sept. 6.	9°.4	63°.5	0.202	0.199	0.033	0.405	+ 0.001	— 0.011	— 0.007
Nordabhang des Scheibenbucks. 130 m N von 30	32	—	—	—	0.199	—	—	—	—	—	—
300 m NNO von 25 . .	33	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Gegenüber dem **alten Bad**	34	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Vogelsang. Kilometerstein 3	35	1898 Aug. 23.	13°.66	63°.8	0.204	0.198	0.048	0.415	0.000	+ 0.004	+ 0.003
	36	1898 Aug. 23.	15°.06	63°.8	0.205	0.198	0.053	0.417	0.000	+ 0.009	+ 0.005

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Weg **Vogelsang-Neunlinden** bei 403.0	37	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Weg **Vogelsang-Neunlinden.** 150 m NO von 438.7 .	38	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
Weg **Vogelsang-Neunlinden.** 438.7	39	1898 Aug. 30	12°.7	64°.4	0.206	0.201	0.045	0.430	— 0.003	0.001	+ 0.018
Herrenthalbuck. 461.0 . .	40	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Weg **Vogelsang-Neunlinden.** 454.8	41	—	—	—	0.199	—	—	—	—	—	—
Letzte Wegteilung vor **Neunlinden.** 130 m SW v. 454.8	42	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
Nordostabhang von **Neunlinden.** 130 m SSW v. 42	43	1898 Aug. 30	11°.1	62°.0	0.216	0.212	0.042	0.406	+ 0.014	— 0.002	— 0.006
Ebene Wegstrecke vor der letzten Steigung. 130 m SW von 43	44	—	—	—	0.226	—	—	—	—	—	—
In 1/3 Höhe d. letzt. Anstiegs	45	—	—	—	0.214	—	—	—	—	—	—
Weg auf der Nordseite vom **Todtenkopf.** 200 m NO von Neunlinden . . .	46	1898 Sept. 3	10°.3	64°.5	0.216	0.213	0.039	0.453	+ 0.015	— 0.005	+ 0.041
Weg **Todtenkopf-Honigbuck.** 250 m NW von 46 und 310 m N von 14 . . .	47	—	—	—	0.197	—	—	—	—	—	—
Weg **Todtenkopf-Honigbuck** 50 m S von 47 . . .	47a	1898 Sept. 3	5°.6	64°.1	0.197	0.196	0.019	0.406	— 0.002	— 0.025	— 0.006
Weg **Todtenkopf-Honigbuck** 250 m ONO von 47 . .	48	1898 Sept. 6	14°.0	65°.6	0.198	0.192	0.048	0.437	— 0.006	+ 0.004	+ 0.025
Rothebühl. 330 m SSO vom Kirchhof Oberbergen .	49	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Thal SSO von Neunbrunnen bei 335.9	50	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
520 m SSO von 35. O vom Honigbuck	51	—	—	—	0.198	—	—	—	—	—	—

Zwischen **Honigbuck** und **Herrenthalbuck.** 386.1 .	52		—	—	—	0.194	—	—	—	—	—	—
500 m S v. **Vogtsburg** b. 357.5	53		—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Zwischen **Rothweil** u. **Bickensohl.** 150 m SO von 260.3	54	1898	Aug. 27	12°.4	63°.6	0.210	0.205	0.045	0.423	+ 0.007	+ 0.001	+ 0.011
Auf der **Grenze** nach dem **Strümpfekopf** hinauf. 220 m NO von 54 . .	55		—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Grenze nach d. **Strümpfekopf** hinauf. 75 m S von 327.2	56		—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
150 m W von 409.1 . .	57		—	—	—	0.201	—	—	—	—	—	—
10 m W von 409.1 . . .	58		—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Strümpfekopf. 429.2 . .	59	1898	Sept. 3	6°.8	61°.2	0.217	0.215	0.026	0.395	+ 0.017	— 0.018	— 0.017
Zwischen **Strümpfekopf** und **Todtenkopf.** 150 m W von 408.1	60		—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
Zwischen **Strümpfekopf** und **Todtenkopf** bei 408.1 .	61		—	—	—	0.215	—	—	—	—	—	—
Sattel zwischen **Strümpfekopf** und **Todtenkopf** . .	61a	1898	Sept. 3	9°.7	64°.3	0.204	0.201	0.034	0.424	+ 0.003	— 0.010	+ 0.012
Rand des Hügels, umgeben von Niveaulinie 440. 300 m SO von 61 . .	62		—	—	—	0.198	—	—	—	—	—	—
Hügel auf dem Wege **Strümpfekopf-Todtenkopf.** 50 m SO von 62 . . .	63	1898	Sept. 3	6°.9	63°.0	0.226	0.224	0.027	0.443	+ 0.026	— 0.017	+ 0.031
100 m SO von 62 . . .	64		—	—	—	0.226	—	—	—	—	—	—
Sattel vor dem letzten Anstieg auf den Todtenkopf	65		—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Westabhang des **Todtenkopfs.** 120 m SO von 65	66		—		—	0.210	—	—	—	—	—	—
Grenze Strümpfekopf-Todtenkopf, halbe Höhe	66a	1898	Sept. 3	11°.0	63°.0	0.210	0.206	0.040	0.412	+ 0.008	— 0.004	0.000
Schimerberg. Kammweg. 50 m S von 264.8 . .	67		—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
Mühlthal. Weg nach **Lilienthal.** 100 m W von 211.3	68		—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Weg **Ihringen-Lilienthal.** 150 m S von 277.0 . .	69		—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Weg nach **Lilienthal.** 170 m S von 69	69a	1898 Sept. 2.	9°.3	64°.0	0.206	0.203	0.033	0.422	+ 0.005	— 0.011	+ 0.010
Südlich von **Lilienthal.** 50 m W von 287.0	70	—	—	—	0.211	—	—	—	—	—	—
Am **Fusse** des **Gagenhard** gegenüber Lilienthal. 250 m OSO von 70 . .	71	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
100 m NW von 71 am Fusse des Gegenbühl .	72	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
Auf dem **Gegenbühl.** 250 m NW von 72	73	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Sauthal. Quelle NW v. 307.0	74	1898 Sept. 2.	12°.7	61°.4	0.227	0.221	0.050	0.416	+ 0.023	+ 0.006	+ 0.004
14 m O von 74	75	—	—	—	0.225	—	—	—	—	—	—
Sauthal. Quelle. 40 m S von 334.2	76	—	—	—	0.214	—	—	—	—	—	—
Sauthal. 325 m NNO von 76	77	—	—	—	0.213	—	—	—	—	—	—
150 m O von 77 . . .	78	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
Weg **Vogelsang-Neunlinden.** 100 m W von 438.7 .	79	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Sauthal. 150 m NW von 407.0	80	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Sauthal. 500 m W von Neunlinden	81	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
300 m SSW von 81 . .	82	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
150 m W von 74 . . .	83	—	—	—	0.224	—	—	—	—	—	—
Gegenbühl. 50 m N von 83	83a	1898 Sept. 2.	13°.2	62°.5	0.221	0.215	0.051	0.424	+ 0.017	+ 0.007	+ 0.012
125 m N von 83 . . .	84	—	—	—	0.221	—	—	—	—	—	—
150 m NW von 84 . . .	85	—	—	—	0.218	—	—	—	—	—	—
100 m W von 76 . . .	86	—	—	—	0.220	—	—	—	—	—	—
225 m W von 83 . . .	87	—	—	—	0.216	—	—	—	—	—	—
Hundskehle. 350 m SW v. 82	88	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Weg an der **Südseite** v. **Neunlinden** 225 m S v. 88	89	1898 Sept. 2.	11°.4	66°.2	0.193	0.189	0.038	0.438	0.009	0.005	+ 0.026

Weg **Wasenweiler-Station.** Kreuz bei 190.5	90	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—	
50 m SW v. Kapelle b. **Neunkirch.** Kilometerstein 7.5	91	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—	
Neunkirch. 170 m WNW v. 91	91a	1898 Aug. 23.	10°.0	64°.0	0.202	0.199	0.035	0.414	+ 0.001	— 0.009	+ 0.002	
Gagenhard. 50 m N von 246.8	92	—	—	—	0.207	—	—	—	—	—	—	
150 m O von 267.4; Bittler	93	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—	
300 m N von 93	94	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—	
Gagenhard. Höhe. 341.8	95	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—	
250 m NO von 95	96	—	—	—	0.207	—	—	—	—	—	—	
Punkt 336.1. 850 m NNO von 96	97	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—	
Gagenhard. Kreuz zwischen 336.1 und 334	97a	1898 Sept. 2.	12°.8	63°.7	0.204	0.199	0.045	0.413	+ 0.001	+ 0.001	+ 0.001	
150 m NNO von 381.5	98	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—	
Gagenhard. 392.5	99	1898 Sept. 2.	12°.5	63°.6	0.206	0.201	0.045	0.415	+ 0.003	+ 0.001	+ 0.003	
Weg **Gottenheim-Oberschaffhausen.** Kilometerstein 17	100	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—	
Bei **Oberschaffhausen** 50 m SW v. Zglh.	101	1898 Aug. 23.	11°.7	64°.0	0.199	0.195	0.040	0.408	— 0.003	— 0.004	— 0.004	
Tiefenthal. 200 m N von Gipsmühle	102	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—	
Seelenberg bei 270.0	103	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—	
Hilschel. 30 m N von 277.9	104	—	—	—	0.205	—	—	—	—	—	—	
30 m SWS von Quelle bei 279.2	105	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—	
Am **Hohrain.** 200 m SSO von 311.7	106	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—	
Hohrain. 367.8	107	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—	
Hohrain bei 345.0	108	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—	
120 m SO von 108	109	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—	
Tiefenthal bei 282.6	110	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—	
Tiefenthal. Wegteilung 60 m W von 232.3	111	—	—	—	0.205	—	—	—	—	—	—	
Wegteilung 800 m SW von 111	112	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—	

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Lassenberg bei 296.9 . .	113	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Strasse **Wasenweiler-Gottenheim.** Kilometerstein 9.5	114	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Wannenthal. 120 m N v. 298.1	115	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Landstrasse **Lilienthal-Neunkirch** bei 197.7 . . .	116	—	—	—	0.201	—	—	—	—	—	—
NO von **Fohberg.** 250 m N von 267.1	117	—	—	—	0.205	—	—	—	—	—	—
Nordostseite des **Fohbergs.** Weg an den Steinbrüchen	118	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Spitze des **Fohbergs** . .	119	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
NW vom **Fohberg.** 4fache Wegteilung	120	—	—	—	0.205	—	—	—	—	—	—
Strasse Oberschaffhausen-Vogelsang bei 260.3. Hohlweg nach NO . .	121	—	—	—	0.205	—	—	—	—	—	—
370 m NW von 121. Strasse **Nonnensohl.** 120 m SO von Quelle	122	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Strasse **Oberschaffhausen-Vogelsang.** 300 m SO von Kilometerstein 3 b. Vogelsang	123	—	—	—	0.218	—	—	—	—	—	—
Gagenhard. 411.9 . . .	124	—	—	—	0.211	—	—	—	—	—	—
Gagenhard. 75 m NW von 411.4	125	—	—	—	0.223	—	—	—	—	—	—
Weg an der Südostseite von **Neunlinden.** 250 m von 42	126	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
Weg **Bickensohl-Oberschaffhausen.** 200 m W von der Wegteilung vor dem Todtenkopf	127	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
	128	—	—	—	0.198	—	—	—	—	—	—

Südwestabhang des Todtenkopfs. 75 m SO von 346.3	129		—	—	—	0.201	—	—	—	—	—	—
370 m NO von **Bickensohl.** 297.0	130		—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
O von Bickensohl. 125 m NW von 293.8 . . .	131	1898	Aug. 27.	11°.4	63°.8	0.206	0.202	0.041	0.419	+ 0.004	— 0.003	+ 0.007
Pass **Bickensohl-Lilienthal.** 432.6	132	1898	Sept. 2.	13°.3	64°.7	0.209	0.203	0.048	0.442	+ 0.005	+ 0.004	+ 0.030
Am Fusse des Höhenrückens **Gierstein-Neunlinden** 250 m NO von 132 . .	132a	1898	Sept. 2.	13°.7	62°.8	0.209	0.203	0.050	0.407	+ 0.005	+ 0.006	— 0.005
Nördlicher Abhang des Giersteins. 472.0 . .	133		—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Gierstein. 479.0	134	1898	Sept. 2.	14°.9	63°.7	0.210	0.203	0.054	0.425	+ 0.005	+ 0.010	+ 0.013
Gierstein. 475.0	135		—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Holzeck	136		—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Lenzenberg. 363.6 . . .	137	1898	Sept. 5.	20°.8	63°.0	0.206	0.193	0.073	0.404	— 0.005	+ 0.029	— 0.008
Lenzenberg. 241.1 . . .	138		—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
S von **Ihringen.** Weg nach **Gündlingen.** 195.2 . .	139		—	—	—	0.199	—	—	—	—	—	—
Westlich von der **Südspitze** des **Kaiserstuhls.** 230 m O von 193.5	140		—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Südende des **Kaiserstuhls.** 100 m SO von 226.2 .	141		—	—	—	0.189	—	—	—	—	—	—
Westlich v. **Ihringen.** 200.00	142		—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Weg NW von **Sauwasenhof.** SO von 318.3	143		—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
Himmelburg. Eintritt des Weges in den Wald .	144		—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Nagenberg. 150 m WNW von 341.3	145		—	—	—	0.223	—	—	—	—	—	—
Gierstein. 120 m S von 472.0	146		—	—	—	0.214	—	—	—	—	—	—
SO von **Bickensohl** 75 m S von 355.0	147		—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
250 m W von Kirche **Bickensohl**	148		—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Bitzenberg. 200 m W v. 359.9	149		—	—	—	0.225	—	—	—	—	—	—
Bitzenberg. 359.9 . . .	150	1898	Sept. 7.	8°.7	62°.2	0.229	0.226	0.035	0.434	+ 0.028	— 0.009	+ 0.022

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Bitzenberg. 175 m N von 359.9	151	—	—	—	0.211	—	—	—	—	—	—
Bitzenberg. Sattel zwischen 359.9 und 371.2 . . .	152	—	—	—	0.227	—	—	—	—	—	—
Bitzenberg. 371.2 . . .	153	1898 Sept. 7.	7°.1	62°.2	0.217	0.215	0.027	0.412	+ 0.017	− 0.017	0.000
Sattel zwischen **Bitzenberg** und **Rüschbühl** . . .	154	—	—	—	0.226	—	—	—	—	—	—
180 m W von **Gierstein.** 472.0	155	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
380 m W von **Gierstein.** 479.0	156	—	—	—	0.224	—	—	—	—	—	—
100 m OSO von **Herrschaftsbuck.** 387.0	157	—	—	—	0.214	—	—	—	—	—	—
Herrschaftsbuck. 387.0 .	158	—	—	—	0.214	—	—	—	—	—	—
Kreuzbuck. SW von Gierstein	159	1898 Sept. 2.	13°.6	63°.7	0.206	0.200	0.049	0.417	+ 0.002	+ 0.005	+ 0.005
Katzensteinbuck. 300 m WSW von 475 0 . . .	160	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Mittlere Bühl. 150 m NW 303.1	161	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Kreuzweg N von **Hägroth** .	162	1898 Sept. 5.	12°.6	61°.4	0.214	0.205	0.047	0.392	+ 0.007	+ 0.003	− 0.020
Ziegenbrunnen. N v. Ibringen 175 m WNN v. 163a	163	—	—	—	0.213	—	—	—	—	—	—
Ziegenbrunnen bei 243.9 .	163a	1898 Sept. 5.	4°.8	62°.8	0.217	0 216	0.018	0.422	+ 0.018	− 0.026	+ 0.010
S vom **Krebsberg.** 130 m SSO von 245.1 . . .	164	—	—	—	0.197	—	—	—	—	—	—
Oberbrunnenthal. 80 m SW vom Brunnen	165	1898 Sept. 5.	9°.5	63°.3	0.199	0.196	0.033	0.396	− 0.002	− 0.011	− 0.016
Oberbrunnenthal 20 m S von 268.1	166	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Wilde Steige. Passhöhe .	167	1898 Sept. 5.	9°.6	62°.6	0.202	0.199	0.034	0.390	+ 0.001	− 0.010	− 0.022
O von **Achkarren.** 50 m S von 239.2	168	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—

S von **Schneckenberg.** 60 m NO von Kreuz am Steinbruch	169	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Zwischen **Bitzenberg** und **Schneckenberg**	170	1898 Aug. 27.	14°.9	63°.9	0.210	0.203	0.054	0.429	+ 0.005	+ 0.010	+ 0.017
S von **Oberrothweil.** 370 m NO von 230.2	171[1]	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Roggenberg. 200 m OSO von 230.2	172	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
NW von **Bitzenberg.** 150 m W von 277.7	173	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
Strasse **Bickensohl - Achkarren.** 6 fache Wegkreuzung. 200 m NO von 277.7	174	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
SW von **Bitzenberg.** 299.3	175	—	—	—	0.214	—	—	—	—	—	—
Weg **Ihringen-Rothweil.** 70 m NW von 324.9. W von Herrschaftsbuck . . .	176	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
O von **Gute Eck.** 371.7 .	177	—	—	—	0.198	—	—	—	—	—	—
Gute Eck. 368 8 . . .	178	—	—	—	0.216	—	—	—	—	—	—
Hochbuck. 349.2 . . .	179	—	—	—	0.227	—	—	—	—	—	—
Hochbuck bei 377.3 . . .	180	1898 Sept. 5.	15°.3	56°.6	0.241	0.232	0.064	0.366	+ 0.034	+ 0.020	0.046
Hochbuck. Ostabhang nahe bei 298.1	181	1898 Sept. 5.	14°.9	63°.2	0.219	0.212	0.056	0.433	+ 0.014	+ 0.012	+ 0.021
Hochbuck. Nordabhang. 300 m NNO von 377.3 .	182	—	—	—	0.223	—	—	—	—	—	—
Hochbuck. Südabhang. 200 m SW von 377.3	183	—	—	—	0.216	—	—	—	—	—	—
Hochbuck. 275 m OSO v. 332.0	184	1898 Sept. 5.	10°.9	59°.6	0.216	0.212	0.041	0.368	+ 0.014	0.003	0.044
N von **Ihringen.** 130 m SSO von 249.1 . . .	185	—	—	—	0.216	—	—	—	—	—	—
SW von **Holzeck.** 304.9 .	186	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
S von **Hägroth.** 120 m NO von 295.3	187	—	—	—	0.208	—	—	—	—	—	—
Föhrenberg. 300 m SW von 222.8	188	—	—	—	0.198	—	—	—	—	—	—
Littensbühl unweit 304.8 .	189	1898 Sept. 5.	12°.9	63°.3	0.199	0.194	0.044	0.396	— 0.004	0.000	0.016

[1] Vielleicht durch eine in der Nähe befindliche Wasserleitung beeinflusst.

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Winkler Feld. 300 m O von 192.8	190	—	—	—	0.196	—	—	—	—	—	—
Winkler Feld. Rebhaus bei 192.9	191	1898 Sept. 6.	14°.7	63°.8	0.204	0.197	0.052	0.415	— 0.001	+ 0.008	+ 0.003
SO von **Böhmisch-Berg.** 350 m NW von 189.9	192	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Sattel zwischen Hochbuck und Böhmisch-Berg	193	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Böhmisch-Berg. 50 m O von 266.1	194	1898 Sept. 6.	12°.6	63°.4	0.215	0.210	0.047	0.429	+ 0.012	+ 0.003	+ 0.017
Westfuss des **Böhmisch-Berg.** 170 m S von 190.4	195	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
Landstrasse N von **Böhmisch-Berg.** 250 m N von 190 4	196	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Weg **Achkarren-Blankenhornsberg.** 280 m SO von Kapelle	197	1898 Sept. 6.	10°.5	62°.1	0.222	0.218	0.040	0.419	+ 0.020	— 0.004	+ 0.007
Südfuss des **Achkarrener Schlossberges.** 100 m NW von Kapelle	197a	1898 Sept. 6.	12°.4	64°.4	0.201	0.196	0.043	0.420	— 0.002	— 0.001	+ 0.008
Südfuss des **Achkarrener Schlossberges.** 180 m OSO von 252.1	198	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
W von **Böhmisch-Berg.** 370 m OSO von 188.5	199	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Wolfshöhle. 370 m SSO von 188.5	199a	1898 Aug. 22.	12°.5	63°.3	0.203	0.198	0.044	0.404	0.000	0.000	— 0.008
W von **Winkler Feld.** 350 m O von 189.8	200	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Winkler Feld. 150 m NW von 193.5	201	1898 Aug. 22.	13°.6	64°.0	0.196	0.191	0.046	0.402	— 0.007	+ 0.020	— 0.010
Bei **Gündlingen.** W v. d. Kirche. 530 m S von 196.3	202	1898 Aug. 24.	12°.65	63°.9	0.202	0.197	0.044	0.412	— 0.001	0.000	0.000

NNO von **Hochstetten**. 330 m NO von 197.2	203		—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Kreuzweg im **Hochstetter** Feld. 350 m SSW v. 195.8	204		—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Barz O von Breisach. 330 m NW von 192.0 . . .	205		—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Mittlere Feld. 120 m O von 191.9	206		—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Breisacher Schlossberg. 40 m O vom Tulladenkmal	207		—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
N von **Breisach**. 150 m O von 193.2	208		—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Westfuss des **Achkarrener Schlossberges**. 370 m W von 282.9	209	1898	Sept. 9.	11°.0	63°.7	0.206	0.202	0.039	0.417	+ 0.004	— 0.005	+ 0.005
Westseite des **Achkarrener Schlossberges**. 300 m WSW von 354.2 . . .	210		—	—	—	0.224	—	—	—	—	—	—
Weg an der **Nordseite** d. **Achkarrener Schlossberges** 150 m N von 354.2 . .	211	1898	Sept. 7.	9°.2	63°.9	0.224	0.221	0.036	0.458	+ 0.023	— 0.008	+ 0.046
Schneckenberg. 75 m O von 358.6	212	1898	Sept. 22.	18°.6	61°.9	0.216	0.205	0.069	0.007	+ 0.007	+ 0.025	— 0.007
Schneckenberg. 120 m SO von 358.6	213		—	—	—	0.216	—	—	—	—	—	—
Schneckenberg. 358.6 . .	214	1898	Sept. 7.	20°.3	72°.0	0.181	—	—	—	—	—	—
Schneckenberg. NW von Spitze 100 m O von 309.6	215	1898	Sept. 22.	3°.7	62°.3	0.200	0.200	0.013	0.381	+ 0.002	— 0.031	— 0.031
100 m NO von 309.6 . .	215a	1898	Sept. 7.	7°.9	63°.2	0.204	—	—	—	—	—	—
Schneckenberg. 40 m WSW von 353.6 Ostabhang .	215b	1898	Sept. 22.	10°.8	62°.1	0.225	0.221	0.042	0.425	+ 0.023	— 0.002	+ 0.013
Sattel zwischen **Schneckenberg** und **Achkarrener Schlossberg**. 250 m SO von 294.6	216		—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Sattel zwischen **Schneckenberg** und **Achkarrener Schlossberg**. 225 m ONO von 354.2	217	1898	Sept. 7.	9°.4	63°.4	0.215	0.212	0.035	0.429	+ 0.014	— 0.009	+ 0.017

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Achkarrener Schlossberg. Ruine Höhningen . . .	218	1898 Sept. 7.	10°.0	61°.2	0.222	0.218	0.039	0.404	+ 0.020	— 0.005	— 0.008
N vom Achkarrener Schlossberg. 268.3	219	—	—	—	0.214	—	—	—	—	—	—
Sattel zwischen **Kirchberg** u. **Steingrubenberg.** 180 m O von 297.7	220	1898 Sept. 20.	8°.0	64°.1	0.206	0.204	0.029	0.424	+ 0.006	— 0.015	+ 0.012
150 m SSO v. Kirche **Rothweil**	221	—	—	—	0.197	—	—	—	—	—	—
W von **Rothweil.** 150 m N von Mattmühle . . .	222	—	—	—	0.201	—	—	—	—	—	—
N von **Nieder-Rothweil.** 180 m NO von 207.6 .	223	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Südwestfuss des **Kirchberges** bei 215.1	224	1898 Sept. 20.	11°.1	62°.7	0.210	0.206	0.040	0.407	+ 0.008	— 0.004	— 0.005
Südfuss des **Büchsenberges.** 400 m S von 282.9 . .	225	—	—	—	0.191	—	—	—	—	—	—
W v. Büchsenberg, 600 m WSW von 282.9 . . .	226	—	—	—	0.199	—	—	—	—	—	—
Büchsenberg. 282.9 . .	227	1898 Sept. 9. u. 1898 Sept. 20.	8°.0	63°.3	0.204	0.202	0.028	0.406	+ 0.004	— 0.016	— 0.006
Pfaffenlochberg. 286.8 . .	228	1898 Sept. 20.	10°.0	63°.0	0.226	0.223	0.039	0.443	+ 0.025	— 0.005	+ 0.031
Westseite d. **Pfaffenlochberges.** 200 m WNW v. 286.8	229	—	—	—	0.209	—	—	—	—	—	—
Nordseite d. **Büchsenberges.** 100 m NNO von 206.6 .	230	—	—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
Zwischen **Büchsenberg** und **Kirchberg.** 130 m SW von 196.6	231	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Westfuss des **Mittelberges**	232	1898 Sept. 9.	10°.7	64°.3	0.200	0.197	0.037	0.415	— 0.001	— 0.007	+ 0.003
SO von **Mittelberg.** 242.6	233	—	—	—	0.209	—	—	—	—	—	—
Ebnet NW von **Schneckenberg.** 301.6	234	—	—	—	0.214	—	—	—	—	—	—
Steingrubenberg. 308.5 .	235	—	—	—	0.201	—	—	—	—	—	—

Kirchberg. 297.7 . . .	236	1898	Sept.	20.	6°.5	62°.8	0.216	0.215	0.025	0.420	+ 0.017	— 0.019	+ 0.008
Kirchberg. 284.2 . . .	237	1898	Sept.	20.	9°.0	63°.6	0.202	0.200	0.032	0.407	+ 0.002	— 0.012	— 0.005
Kirchberg. Sattel zwischen 297.7 und 284.2 . . .	238		—		—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Badberg. 333.4	239		—		—	—	0.199	—	—	—	—	—	—
Badberg. 420.8	240		—		—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Badberg. 437.2	241	1898	Sept.	9.	13°.77	64°.0	0.201	0.195	0.048	0.412	— 0.003	+ 0.004	0.000
Badberg. 125 m NW v. 434.6	242		—		—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Badberg. 431.5	243		—		—	—	0.205	—	—	—	—	—	—
Sattel zwischen **Haselschacher-Buck** u. **Badberg**	244	1898	Sept.	9.	13°.0	64°.0	0.204	0.199	0.046	0.418	+ 0.001	+ 0.002	+ 0.006
Weg nach **Eichelspitze.** 220 m NNO von 36 .	245		—		—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Südseite der **Eichelspitze.** 446.7	246		—		—	—	0.211	—	—	—	—	—	—
Südseite der **Eichelspitze** 150 m NNO von 246 .	247		—		—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Eichelspitze. Schnitt der drei Grenzen	248		—		—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Eichelspitze. Mitte des Rückens	249	1898	Sept.	9.	13°.8	65°.0	0.201	0.195	0.048	0.431	— 0.003	+ 0.004	+ 0.019
Eichelspitze. Nordseite. 220 m W von 412.0 .	250		—		—	—	0.191	—	—	—	—	—	—
Nordfuss der Eichelspitze. 438.8	251	1898	Sept.	9.	12°.7	64°.0	0.202	0.197	0.044	0.414	— 0.001	0.000	+ 0.002
Sattel zwischen **Eichelspitze** und **Haselschacher-Buck**	252		—		—	—	0.201	—	—	—	—	—	—
Haselschacher-Buck. 440.3	253		—		—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Haselschacher-Buck. 483.8	254	1898	Sept.	9.	16°.1	64°.1	0.196	0.188	0.054	0.404	— 0.010	+ 0.010	— 0.008
SSO von **Schelingen.** 470.7	255		—		—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
OSO von **Schelingen** gegenüber zwei Steinbrüchen	256		—		—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
SW von **Schelingen.** 300 m SW vom Kreuz vor Schelingen	257		—		—	—	0.210	—	—	—	—	—	—
Schelingen. 100 m SSO v. 257	257a	1898	Aug.	23.	13°.5	64°.1	0.210	0.204	0.049	0.432	+ 0.006	+ 0.005	+ 0.020
Michaelsberg bei Riegel .	258		—		—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
S von **Endingen.** 300 m S von Kirche	259		—		—	—	0.202	—	—	—	—	—	—

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Weg Endingen nach St. Katharina. 150 m NW von 257.6	260	—	—	—	0.192	—	—	—	—	—	—
Erlenthal. Weg nach St. Katharina	260a	1898 Sept. 10.	11°.6	65°.8	0.192	0.188	0.039	0.427	— 0.010	— 0.005	+ 0.015
Nordabhang St. Katharina. 350 m NO von 374.7. Fahrstrasse	261	—	—	—	0.189	—	—	—	—	—	—
350 m ONO von Katharinenkapelle	262	—	—	—	0.193	—	—	—	—	—	—
325 m N von St. Katharina. Berührung von Grenze und Augustaweg.	263	1898 Sept. 14.	6°.0	62°.0	0.213	0.212	0.022	0.401	+ 0.014	— 0.022	— 0.011
St. Katharinenkapelle . .	264	1898 Sept. 10.	15°.2	65°.3	0.173	0.167	0.045	0.376	— 0.031	+ 0.001	— 0.036
15 m S von St. Katharinenkapelle	265	—	—	—	0.187	—	—	—	—	—	—
St. Katharina. 200 m S von Kapelle	266	—	—	—	0.196	—	—	—	—	—	—
450 m SSO von **St. Katharina**. 463.8	267	1898 Sept. 15.	14°.6	63°.8	0.194	0.188	0.049	0.394	— 0.010	+ 0.005	— 0.018
SO von **St. Katharina** bei 436.6	268	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
130 m NO von **St. Katharina**	269	—	—	—	0.191	—	—	—	—	—	—
150 m WSW von **St. Katharina**	270	—	—	—	0.177	—	—	—	—	—	—
SW von **St. Katharinenkapelle**. Kreuz bei 443.8	271	1898 Sept. 10.	15°.4	65°.2	0.186	0.179	0.049	0.403	— 0.019	+ 0.005	— 0.009
270 m SW von 470.9 . .	272	—	—	—	0.193	—	—	—	—	—	—
SW von **Bisamberg** b. 419.7	273	1898 Sept. 10.	14°.8	64°.5	0.197	0.190	0.050	0.413	— 0.008	+ 0.006	+ 0.001
W von 273 bei 436.9 . .	274	—	—	—	0.197	—	—	—	—	—	—
NO von **Mondhalde**. 150 m OSO von 400.2 . . .	275	—	—	—	0.197	—	—	—	—	—	—
Staffelberg b. 447.8 . . .	275a	1898 Sept. 10.	10°.3	66°.0	0.199	0.195	0.036	0.447	— 0.003	— 0.008	+ 0.035

Mondhalde. 443.3 . . .	276	1898 Sept. 10.	13°.1	64°.5	0.199	0.194	0.045	0.417	— 0.004	+ 0.001	+ 0.005
Kreuz O von **Amoltern** bei 331.4	277	1898 Sept. 14.	12°.3	63°.2	0.202	0.197	0.043	0.400	— 0.001	— 0.001	— 0.012
275 m N von 331.4 . . .	278	—	—	—	0.211	—	—	—	—	—	—
Galgenberg. N von Amoltern	279	1898 Sept. 14.	15°.8	61°.6	0.222	0.214	0.060	0.411	+ 0.016	+ 0.016	— 0.001
370 m S von 277 . . .	280	—	—	—	0.193	—	—	—	—	—	—
Aufstieg nach **St. Katharina** 100 m S von 354.0 . .	281	—	—	—	0.197	—	—	—	—	—	—
Ruine Kohlenberg . . .	282	—	—	—	0.188	—	—	—	—	—	—
75 m S von Kohlenberg .	283	—	—	—	0.190	—	—	—	—	—	—
Grenze St. Katharinen-Amoltern. Kreuzweg nach Kohlenberg	284	1898 Sept. 14.	4°.7	62°.9	0.193	0.192	0.016	0.377	— 0.006	— 0.028	— 0.035
Schönebene bei 460.8 . .	285	—	—	—	0.191	—	—	—	—	—	—
Weg Schönebene - Silberbrunnen bei 328.1 . .	286	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Bad Silberbrunnen. 4fache Wegkreuzung	287	1898 Sept. 15.	12°.4	63°.8	0.202	0.197	0.043	0.411	— 0.001	— 0.001	— 0.001
Weg **Silberbrunnen - Endingen.** 180 m NNO von 296.4	288	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Nordfuss des Summberges 100 m S von 310.0 . .	288a	1898 Sept. 15.	13°.3	63°.3	0.202	0.197	0.047	0.402	— 0.001	+ 0.003	— 0.008
Summberg. 370 m S von 310.0	289	—	—	—	0.205	—	—	—	—	—	—
Summberg bei 405.3 . .	290	—	—	—	0.191	—	—	—	—	—	—
ONO von Schelingen bei 449.9	291	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Rütte. O von Schelingen 461.9	292	1898 Sept. 15.	13°.0	63°.6	0.204	0.199	0.046	0.411	+ 0.001	+ 0.002	— 0.001
O von **Eichelspitze.** 370 m NO von 522.3	293	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
O von **Eichelspitze.** 270 m S von 293	294	—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Wiese W von **Oberrothweil** 125 m NNW von 212.0	295	1898 Sept. 17.	8°.64	64°.6	0.200	0.197	0.030	0.421	— 0.001	— 0.014	+ 0.009
Westlich von **Oberrothweil.** 120 m NO von **Mattmühle**	295a	1898 Aug. 22. 1898 Aug. 27.	8°.65	65°.1	0.198	—	—	—	—	—	—
Henkenberg. 221.4 . . .	296	1898 Sept. 17.	11°.95	64°.4	0.202	0.198	0.042	0.422	0.000	— 0.002	+ 0.010

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Eichberg. 271.1	297	1898 Sept. 17.	8°.2	64°.4	0.198	0.196	0.028	0.413	— 0.002	— 0.016	+ 0.001
Weg **Rothweil - Burkheim** unweit Wirtshaus z. Kreuz	298	1898 Aug. 25.	12°.92	63°.9	0.202	0.197	0.045	0.412	— 0.001	+ 0.001	0.000
Westlich von Burgberg-Burkheim. 150 m W v. 249.3	299	—	—	—	0.195	–	–	–	—	—	—
SSO von **Sponneck.** W vom Steinbruch neben Steinhütte	300	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	–
W von **Sponneck** bei 202.6	301	1898 Aug. 25.	12°.2	64°.0	0.204	0.199	0.043	0.418	+ 0.001	— 0.001	+ 0.006
Humberg. Schnitt von Grenze und Weg 300 m OSO von Sponneck . .	302	—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
Westlich v. **Humbergskreuz** am Rande d. Steinbruchs	303	—	—	—	0.199	—	—	—	—	—	—
SO von **Sponneck.** 150 m O von **Humbergskreuz** . .	304	1898 Sept. 17.	11°.0	63°.1	0.204	0.200	0.039	0.402	+ 0.002	— 0.005	— 0.010
N von **Burkheim.** 292.5 .	305	1898 Sept. 17.	12°.2	63°.4	0.211	0.206	0.045	0.421	+ 0.008	+ 0.001	+ 0.009
Südostausgang v. Jechtingen	306	1898 Aug. 25.	12°.8	63°.5	0.204	0.199	0.045	0.409	+ 0.001	+ 0.001	— 0.003
NO von **Burkheim** 330 m von 225.1	307	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
120 m SSO von Kirche Schelingen	308	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	–
100 m NW von **Schelingen**	309	1898 Sept. 14.	14°.2	63°.6	0.208	0.202	0.051	0.419	+ 0.004	+ 0.007	+ 0 007
SW von St. Katharina, 250 m von 443.8 . . .	310	—	—	—	0.198	—	—	—	—	—	—
SO von Spitzbuck bei 388.8	311	1898 Sept. 16.	12°.3	64°.8	0.191	0.187	0.041	0.406	— 0.011	— 0.003	— 0.006
Spitzbuck. 379.5 . . .	312	1898 Sept. 16.	4°.2	64°.3	0.204	0.203	0.015	0.424	+ 0.005	— 0.029	+ 0.012
Zwischen **Spitzbuck** u. **Statthaltersbuck.** 316.5 Riedern	313	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Statthaltersbuck bei Kiechlinsbergen. 345.1 . .	314	1898 Sept. 16.	8°.2	65°.3	0.187	0.185	0.027	0.407	— 0.013	— 0.017	— 0.005
Südostausgang von **Königschaffhausen**	315	—	—	—	0.203	—	–	–	—	—	–

250 m NO v. **Fort Mortier**	316		—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Eckartsberg. 150 m NNO von 220.0	317		—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
Ostausgang v. **Bischoffingen**	318	1898	Aug. 26.	11°.8	64°.8	0.192	0.188	0.039	0.410	— 0.010	— 0.005	— 0.002
Südfuss des **Spielberges** 175 m N von 316.4 . .	319	1898	Sept. 20.	—	63°.7	0.205	—	—	—	—	—	—
Spielberg. 300 m O von 343.8	320	1898	Sept. 20.	13°.4	64°.6	0.198	0.193	0.046	0.417	— 0.005	+ 0.002	+ 0.005
Guller. 250 m NW von 363.7	321		—	—	—	0.204	—	—	—	—	—	—
O von **Breisachgasse.** 225 m N von 295.5	322		—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Kiechlinsbergen. 175 m SO vom Schlosse	323	1898	Aug. 26.	13°.01	63°.7	0.201	0.196	0.046	0.407	— 0.002	+ 0.002	— 0.005
Spielberg. 338.1 . . .	324	1898	Sept. 20.	6°.5	64°.9	0.197	0.196	0.022	0.421	— 0.002	— 0.022	+ 0.009
Mondhalde, Auf Eck, 426.4	325		—	—	—	0.189	—	—	—	—	—	—
Teufelsburg. S vom Steinbruch, 374.0	326	1898	Sept. 16.	9°.8	64°.2	0.194	0.191	0.033	0.401	— 0.007	— 0.011	— 0.011
O von **Teufelsburg.** 250 m SSW von 271.3 . . .	327		—	—	—	0.212	—	—	—	—	—	—
S von Kiechlinsbergen. 210 m O von 283.5 . .	328		—	—	—	0.194	—	—	—	—	—	—
N von **Staffelberg.** 150 m SO von 296.0	329		—	—	—	0.193	—	—	—	—	—	—
Judenbuck. 170 m NW von 197.4	330	1898	Aug. 26.	12°.1	64°.0	0.201	0.197	0.042	0.407	— 0.001	— 0.002	— 0.005
Galgenberg. 60 m O von 328.9	331		—	—	—	0.211	—	—	—	—	—	—
Amoltern. 120 m SSO von Kirche	332	1898	Aug. 26.	13°.6	63°.7	0.201	0.195	0.047	0.407	— 0.003	+ 0.003	— 0.005
Zwischen Amoltern und St. Katharina, 250 m N von 350.0	333		—	—	—	0.188	—	—	—	—	—	—
NW von **Amoltern.** 225 m WNW von 237.0 . . .	334		—	—	—	0.199	—	—	—	—	—	—
Thal von **Kiechlinsbergen.** S von Spitzbuck. 150 m NW von 325.5	335	1898	Sept. 16.	12°.7	64°.5	0.195	0.190	0.043	0.409	— 0.008	— 0.001	— 0.003
Edelberg. 280.3	336		—	—	—	0.195	—	—	—	—	—	—

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Edelberg. 125 m SO von 337.7	337	—	—	—	0.195	—	—	—	—	—	—
W von Königschaffhausen. Kreuzweg. 250 m NW von 213.0	338	1898 Sept. 16.	12°.42	63°.9	0.201	0.196	0.043	0.410	— 0.002	— 0.001	— 0.002
Nordeingang von **Leiselheim**	339	1898 Aug. 25.	12°.0	64°.0	0.201	0.197	0.042	0.412	— 0.001	— 0.002	0.000
O von **Leiselheim**. NW von **Hüttenbühl**. 125 m NW von 230.1	340	—	—	—	0.199	—	—	—	—	—	—
Langenberg unweit 364.2 .	341	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
3fache **Wegkreuzung** NNW vom **Spielberg** bei 283.5	342	—	—	—	0.192	—	—	—	—	—	—
Kreuzweg O von 236.3. SW von **Hüttenbühl** . .	343	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
NW vom **Spielberg** bei 274.7	344	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Westecke des **Herrenbergle**	345	—	—	—	0.205	—	—	—	—	—	—
3fache **Wegkreuzung** b. 196.7 NW von Bischoffingen .	346	1898 Aug. 26.	11°.7	64°.0	0.198	0.194	0.040	0.406	— 0.004	— 0.004	— 0.006
Ostseite des **Hohberges**. 130 m NO von 218.7 .	347	—	—	—	0.206	—	—	—	—	—	—
Hohberg. SW von **Lieselheim** 220 m SSW von 288.0 .	348	1898 Sept. 22.	12°.0	63°.2	0.198	0.194	0.041	0.392	— 0.004	— 0.003	— 0.020
W von Leiselheim, 80 m NN von 257	349	1898 Sept. 22.	10°.8	63°.5	0.196	0.193	0.037	0.393	— 0.005	— 0.007	— 0.019
Eichert. 268.0. Spitze .	350	1898 Sept. 21.	11°.6	62°.2	0.208	0.204	0.042	0.394	+ 0.006	— 0.002	— 0.018
Am **West**fusse des **Eichert**. 250 m NW von 288.6 .	351	1898 Aug. 25.	11°.58	63°.0	0.209	0.205	0 042	0.410	+ 0.007	— 0.002	— 0.002
350 m SSW von Kirche **Sasbach**	352	—	—	—	0.197	—	—	—	—	—	—
SO von **Markolsheim**. 330 m S von **Herrenmühle** . .	353	1898 Sept. 21.	12°.45	64°.0	0.202	0.197	0.043	0.414	— 0.001	— 0.001	+ 0.002

Limberg. Westseite am Rheinufer unweit Bauhütte	354	1898 Sept. 21.	10°.9	64°.2	0.200	0.196	0.038	0.414	— 0.002	— 0.006	+ 0.002
Nordfuss des **Limberges.** Kiesgrube. 194.4 . .	355	1898 Sept. 21.	12°.9	64°.0	0.203	0.198	0.045	0.416	0.000	+ 0.001	+ 0.004
Limberg. 272.9	356	1898 Sept. 21.	11°.6	64°.0	0.202	0.199	0.037	0.414	+ 0.001	— 0.007	+ 0.002
Limberg. 100 m O von der Ruine	357	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Zwischen **Limberg** und **Litzelberg** bei 185.6 . .	358	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Südseite des **Litzelberges** 160 m SSO von 233.1 .	359	1898 Sept. 21.	11°.5	63°.5	0.205	0.201	0.041	0.411	+ 0.003	— 0.003	— 0.001
Litzelberg. Westliche Spitze	360	1898 Sept. 21.	12°.5	63°.1	0.202	0.197	0.044	0.398	— 0.001	0.000	— 0.014
O vom **Limberg** bei 181.2	361	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Kreuzweg NO von **Jechtingen.** 150 m NO von 192.6	362	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Oelacker SW von **Endingen.** 220.1	363	—	—	—	0.200	—	—	—	—	—	—
Oelacker. bei 252.4 . .	364	—	—	—	0.209	—	—	—	—	—	—
Riedmatt. 328.5	365	—	—	—	0.219	—	—	—	—	—	—
Riedmatt. 190 m NW von 285.5	366	—	—	—	0.201	—	—	—	—	—	—
Am **Wihlbach.** 230 m NO von 217.8	367	—	—	—	0.201	—	—	—	—	—	—
Bei **Riegel** auf dem Kanaldamm, 250 m NW vom Denkstein	368	1898 Sept. 15.	12°.46	63°.8	0.202	0.197	0.044	0.411	— 0.001	0.000	— 0.001
Michaelsberg bei **Riegel.** 230 m NW von 243.0 .	369	1898 Aug. 26.	12°.30	63°.6	0.202	0.197	0.043	0.407	— 0.001	— 0.001	— 0.005
Zwischen **Bahlingen** und **Eichstetten.** 200 m ONO von 194.9	370	1898 Aug. 26.	12°.4	63°.7	0.202	0.197	0.043	0.409	— 0.001	— 0.001	— 0.003
Bei **Eichstetten.** 400 m OSO von Kirche	371	1898 Sept. 15.	12°.69	63°.8	0.202	0.197	0.044	0.411	— 0.001	0.000	— 0.001
Westausgang von **Eichstetten** bei 213.0 . . .	372	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
Ostfuss der **Eichelspitze.** 100 m S von 267.8 . .	373	—	—	—	0.199	—	—	—	—	—	—

Ort	No.	Datum	Deklination δ	Inklination J	Horizontal-Intensität H	X	Y	Z	$\triangle X$	$\triangle Y$	$\triangle Z$
Kreuzweg. 300 m O von **Eichelspitze**	374	1898 Sept. 15.	13°.5	64°.0	0.204	0.198	0.048	0.418	0.000	+ 0.004	+ 0.006
Bei **Gottenheim** am Silberbuck, 400 m SW von 203.3	375	1898 Sept. 24.	12°.36	64°.0	0.203	0.198	0.043	0.416	0.000	— 0.001	+ 0.004
Ostseite des **Hochbuck.** 100 m NW von 332.0	376	—	—	—	0.194	—	—	—	—	—	—
Ostseite des **Hochbuck.** 180 m NW von 234.0	377	—	—	—	0.203	—	—	—	—	—	—
Ostseite des **Hochbuck.** 225 m OSO von 332.0 . . .	378	—	—	—	0.202	—	—	—	—	—	—
NNW vom **Burgberg** bei **Burkheim.** 150 m NW von 252.8	379	1898 Aug. 25.	12°.5	63°.2	0.206	0.201	0.045	0.408	+ 0.003	+ 0.001	— 0.004
Bader-Berg bei Ober-Rothweil. 353.1	380	1898 Sept. 10.	11°.2	65°.6	0.200	0.196	0.039	0.441	— 0.002	— 0.005	+ 0.029
Hessleter Buck bei 387.6 .	381	1898 Sept. 10.	13°.4	64°.9	0.197	0.192	0.046	0.421	— 0.006	+ 0.002	+ 0.009
250 m SW von Neumühle	382	1898 Aug. 22.	12°.2	63°.1	0.207	0.202	0.044	0.408	+ 0.004	0.000	— 0.004

Prüfung der Beobachtungen.

Eine Prüfung der Güte des Materiales gestattet die Anwendung des Gauss'schen Satzes $\int H \cos\psi \, ds = o$ auf Polygone, deren Eckpunkte Stationen bilden, wo H die Horizontalintensität und ψ den Winkel zwischen der magnetischen Kraft und der betreffenden Polygonseite bedeuten. Dieser Satz ist auf die im folgenden beschriebenen Polygone angewendet. Zu dem Zweck wurden die Polygone auf eine Karte im Massstab 1 : 25 000 gezeichnet und die Winkel der Polygonseiten gegen den astronomischen Meridian mit einem in Halbgrade geteilten Transporteur bis auf 0°.1 genau gemessen, wobei der Satz von der Winkelsumme der Polygone als Kontrolle diente. Die folgenden Zeilen enthalten die Stationen, welche die Eckpunkte der Polygone bilden, und daneben stehend in Prozenten den Unterschied zwischen den Integralwerten, welche dem Hin- und Herwege zwischen den äussersten Punkten des Polygons entsprechen.

1) 202, 375[a], 371, 368, 353, 199[a], 202; 0%.01.
2) 91[a], 101, 36, 35, 23[a], 295, 382, 201, 1; 1%.5.
3) 101, 36, 35, 23[a], 295, 346, 339, 338, 330, 368, 371, 101; 0%.52.
4) 189, 191, 194, 197, 167, 165, 189; 4%.8.
5) 132[a], 131, 54, 295, 23[a], 35, 36, 83[a]; 0%.14.

Das Polygon 1 umschliesst den ganzen Kaiserstuhl, Polygon 2 den südlichen, Polygon 3 den nördlichen Teil des Gebirges, Polygon 4 umschliesst den Hochbuck, Polygon 5 den Todtenkopf. Der Unterschied zwischen den Integralwerten auf beiden Wegen erreicht nur bei dem den Hochbuck umschliessenden kleinen Polygon 4 einen erheblichen Betrag und ist wohl darauf zurückzuführen, dass bei der dort vorliegenden starken Störung die Zahl der Stationen nicht ausreicht, um eine genaue mechanische Quadratur vorzunehmen. Man kann die Erfüllung des Gauss'schen Satzes, da die Wiederholung der Messungen wohl genügend für die Sicherheit der Beobachtungen bürgt, als einen Beweis dafür ansehen, dass den störenden magnetischen Kräften, welche vom Gebirge ausgehen, ein Potential zukommt.

Die Karten der magnetischen Linien.

Die Resultate der Messungen sind auf den beiliegenden Karten dargestellt; die ersten drei Blätter zeigen die Systeme der Horizontal-

Isodynamen, der Isogonen, und der Isoklinen. Innerhalb des ganzen nahezu elliptischen Flächenraumes von 15 km und 11 km grosser, bezw. kleiner Achse, welchen das Gebirge bedeckt, erfahren die ungestörten, normalen, erdmagnetischen Konstanten keine Veränderungen, welche für die benützten Instrumente merkbar wären. Es sind daher unter Benutzung der Neumayer'schen Angaben in den Tabellen von Landolt und Börnstein aus den Daten für Freiburg i. B. die erdmagnetischen Konstanten für die nahezu in der Mitte des Gebirges gelegene Station 35 bei Oberbergen und diese Werte $H = 0.203$; $J = 63^0.8$; $\delta = 12^0.53$ für den ganzen Kaiserstuhl als die durch das Gebirge nicht gestörten Elemente betrachtet. Aus diesen Angaben findet man für die drei Komponenten der normalen magnetischen Kraft die Werte $X = 0.198$; $Y = 0.044$; $Z = 0.412$, wo die X-Komponente nach Norden, die Y-Komponente nach Westen, die Z-Komponente nach unten positiv gerechnet ist. Die Differenz zwischen diesen Zahlen und den auf den Stationen thatsächlich beobachteten Komponenten lieferte die Komponenten der magnetischen Wirkung des Gebirges allein. Diese ist auf der letzten Karte dargestellt, indem die von den Stationen ausgehenden Pfeile die Horizontalkomponenten der magnetischen Kraft des Gebirges ihrer Grösse und Richtung nach bedeuten, während die beigeschriebenen Zahlen die Vertikalkomponenten der Gebirgswirkung in 0.001 *CGS* angeben.

Die Karte der Horizontalisodynamen, welche vermöge der grossen Zahl von Stationen die meisten Einzelheiten aufweist, lässt beim Vergleich mit der geologischen Karte erkennen, dass magnetische Störungen in der Hauptsache an das Auftreten von Basalt gebunden sind; das Gebiet der Störungen fällt aber nicht innerhalb der Begrenzung des Gebirges, sondern im Westen und Südwesten erstrecken sich die Anomalien in die Rheinebene hinaus, während im Osten und Nordosten, wo kein Basalt zu Tage tritt, auch keine magnetische Störung vorhanden ist, und dieses Verhalten reicht bis zu dem aus Kalk bestehenden Badberge, welcher die Spitze eines nahezu dreieckigen Stückes von dem Gebirge bildet, in dem Störungen der Intensität gar nicht oder nur in sehr geringem Masse vorhanden sind. Dieses dreieckige Stück, welches sich auch auf der geologischen Karte heraushebt, ist durch das Auftreten von Sedimentgesteinen charakterisiert. Analog werden wir das Uebergreifen der magnetischen Störungen über den südlichen und westlichen Rand des Gebirges einer unterirdischen Fortsetzung der

Basaltmassen in der Richtung nach Breisach zuschreiben. Im Innern des Gebirges weisen gesetzmässige Störungen der Horizontalintensität auf: Der Hochbuck, Achkarrener Schlossberg, Todtenkopf, St. Katharina. Diese Berge haben auf der Südseite ein Gebiet verminderter, auf der Nordseite ein Gebiet vermehrter Intensität. Die Erscheinung lässt sich z. B. beobachten an den Stationen 376, 183, 180, 182, 197 am Hochbuck; die verminderte Intensität erstreckt sich bis über den südlichsten Punkt des Gebirges hinaus. Am Todtenkopf tritt die Verminderung von *H* auf der Südseite stark in Erscheinung, ebenso wie die Vermehrung der Intensität am Nordabhange, welche auch auf der Spitze des Berges selbst stattfindet. Am Fusse des Nordabhanges scheint eine mit der eben besprochenen nicht zusammenhängende Störung aufzutreten, welche an der Nordostseite des Berges eine Verminderung von *H* hervorruft und vielleicht mit dem dem Todtenkopf vorgelagerten Berge in Zusammenhang steht. Die Verminderung von *H* ist an der Südseite von St. Katharina an den Stationen 264—271 sehr merkbar, während die Vermehrung auf der Nordseite bei 263 auftritt. Etwas tiefer bei 283 finden wir kleine Horizontalintensitäten, wie sie überhaupt in der Umgebung von St. Katharina vorliegen. Derartige Gesetzmässigkeiten in der Verteilung von *H* fehlen an der Eichelspitze, welche dadurch in einen Gegensatz zum Todtenkopf tritt, neben dem sie in ihrer äusseren Erscheinung stark ins Auge fällt. Man findet auf der Eichelspitze, welche in der durch das Auftreten der Sedimentgesteine charakterisierten dreieckigen Einbuchtung der Horizontalisodynamen liegt, lose Basaltstücke, welche sich bei der Prüfung an der Nadel des Variometers als unmagnetisch erwiesen. Horizontalintensitäten, welche unter dem normalen Werte bleiben, finden wir auf der ganzen Höhe des Gebirgszuges westlich von St. Katharina bis zur Mondhalde, während die tiefer liegende Umgebung auf beiden Seiten nahezu normale Werte von *H* aufweist, so dass das Bild der Horizontalisodynamen im nördlichen Kaiserstuhl von dem im südlichen Teile des Gebirges gänzlich verschieden ist. Das Auftreten von starken magnetischen Störungen ist nicht an die Höhen gebunden, denn in einigen Fällen treffen wir in den Thälern Gebiete stark vermehrter Intensität. Das auffallendste Beispiel bieten nördlich von Lilienthal die Stationen 74—77 in dem von Norden nach Süden sich erstreckenden Sauthale; die Störung erstreckt sich bis auf dem westlichen Thalrand, auf welchem die Stationen 82, 83, 84, 85, 87 grosse Werte von *H* aufweisen.

Die Karte der Isoklinen, welche nur auf 144 Beobachtungen gegründet ist, zeigt der Horizontalisodynamenkarte analoge Verhältnisse. Im nördlichen und östlichen Teil des Gebirges fehlen zugleich mit den vulkanischen Gesteinen die magnetischen Störungen, und die dreieckige Einbuchtung der Isodynamen ist andeutungsweise erkennbar. Auch das Uebergreifen der Störung über den südlichen und westlichen Rand des Gebirges tritt in Erscheinung. Ueberall dort, wo wir auf den Bergspitzen die soeben beschriebenen Aenderungen der Horizontalintensität beobachten, Verminderung am Südabhange, Vermehrung am Nordabhange, treten auch entsprechende Aenderungen der Inklination auf; in dem Gebiete verminderter Horizontalintensität überschreitet die Inklination den normalen Wert, während sie in dem Gebiete vermehrter Horizontalintensität unter diesem Werte bleibt. So beobachten wir, die Berge von Süden nach Norden überschreitend, am Totenkopf Inklinationen zwischen 66°.2 und 59°.3, am Hochbuck zwischen 64°.0 und 56°.6, am Achkarrener Schlossberg zwischen 64°.4 und 61°.2, am Katharinenberge zwischen 65°.3 und 62°.0. Die Verminderung von J mit Zunahme von H ist nicht an die Bergform gebunden, denn die im engen Thale liegende Station 74 nördlich von Lilienthal mit grosser Horizontalintensität hat die Inklination 61°.4, welche am westlichen Thalrande mit gleichzeitiger Abnahme von H auf 62°.5 steigt. Veränderungen von H und J treten aber nicht immer zusammen auf, wie Station 134, Gierstein, zeigt, wo die betreffenden Werte sind 0.210 und 63°.7, also eine normale Inklination mit einer Vermehrung von H zusammentrifft.

Ein besonderes Verhalten findet am Schneckenberg bei Achkarren statt, auf dessen felsigem Gipfel bei dem Grenzsteine $J = 72°$ und $H = 0.181$ ist. Diese Werte sind auf einen kleinen Raum beschränkt und rühren von einem schmalen, aus dem Boden herausragenden Basaltgange her, welcher sich von Norden nach Süden etwa 5 m lang erstreckt und nach Süden 3 m von dem Beobachtungsort entfernt ist. Auf dem nördlichen Ende des Felsens schlug die Nadel des Intensitätsvariometers nicht mehr um, so dass dort etwa 7 m südlich vom ersten Orte ($H = 0.181$) eine sehr grosse Horizontalintensität herrscht. Rund 30 m nördlich von dem Grenzstein ist $J = 62°.1$ und wenig abweichende Werte werden auf den übrigen Gipfeln gefunden. Die Horizontalintensität übersteigt in diesem Raume den normalen Wert. Die Inklination von 72° rührt daher, dass das schmale Felsband südlich von dem Grenzsteine

stark magnetisiert ist und an seinem oberen Ende einen Südpol besitzt, welcher von Süden wirkend die Inklinationsnadel vertikal zu stellen sucht und an seiner Nordseite die Horizontalintensität vermindert. Mit einem Hammer losgeschlagene Stücke zeigten thatsächlich bei der Prüfung mittelst einer Bussole am oberen Ende einen Südpol. Aus tieferen Lagen am Südabhange stammende Stücke waren horizontal magnetisiert, den Nordpol nach Süden gerichtet. Der Gebirgszug westlich von St. Katharina bis zur Mondhalde, welcher den S. 30 (163) geschilderten Verlauf der Horizontalisodynamen besitzt, ist ausgezeichnet durch Inklinationen, welche den Normalwert übertreffen; einzelne Punkte, welche vermehrte Horizontalintensität besitzen, weisen verminderte Inklinationen auf. Beachtenswert ist schliesslich, dass bei Neumühle 382 westlich vom Gebirge in der Ebene mit vermehrter Intensität eine unterhalb des Normalwertes liegende Inklination auftritt.

Die stets westliche Deklination weist im Kaiserstuhl sehr erhebliche Störungen[1] auf; der grösste beobachtete Wert ist 20°.8, der kleinste 4°.7. Frei von Störungen sind der nördliche und nordöstliche Teil des Gebirges, in dem die Isogonen den für die normalen Verhältnisse charakteristischen Verlauf von NNO nach SSW haben. In Uebereinstimmung mit den Kurven für die anderen erdmagnetischen Elemente lässt sich in den Linien gleicher Deklination eine dreieckige Einbuchtung erkennen, deren Spitze gegen den Badberg weist und wohl dem Auftreten der sedimentären Gesteine ihre Entstehung verdankt, und in der Richtung nach Breisach hin tritt die Störung über den Rand des Gebirges in die Rheinebene hinaus. Innerhalb der gestörten Gebiete haben wir in der kleinen Achse des elliptisch geformten Gebirges grosse Deklinationen an der Ostseite, kleine Deklinationen an der Westseite, sodass an den beiden Enden der kleinen Achse die Deklinationsnadel gegen die grosse Achse des Gebirges abgelenkt ist. Die Umgebung der Eichelspitze, welche nur an der Spitze eine Inklinationsstörung und fast normale Werte der Horizontalintensität aufweist, zeichnet sich aus durch hohe Werte der Deklination; auf der Westseite des Gebirges tritt in der Nähe von Ober-Rothweil ein geschlossenes Gebiet auf, in dem die Deklination auffallend kleine Werte besitzt. Bemerkenswert sind ferner die Deklinationsverminderungen an der Ostseite des Todtenkopfs und die Störungen am Süd- und Nordfuss von St. Katharina.

[1] Die Vornahme von Feldmessoperationen mittelst einer Bussole ist in dem Gebirge unzulässig.

Versuch einer Erklärung der Erscheinungen.

Die Ursache der beschriebenen Störungen scheint nach der geographischen Verteilung an das Auftreten von kompaktem Basalt[1] gebunden zu sein, denn überall dort, wo wir dieses Gestein in festen zusammenhängenden Massen beobachten, wie z. B. am Todtenkopf, Hochbuck, Achkarrener Schlossberg, St. Katharina, haben wir auch mit starken magnetischen Störungen zu thun, während aus Agglomeraten bestehende Berge geringe Anomalien aufweisen. Ein Teil der Erscheinungen lässt sich durch die Annahme erklären, dass die kompakten Basaltmassen in vertikaler Richtung magnetisiert sind, so dass der Nordpol (d. h. derjenige Pol, welcher sich so verhält wie das Nordende der Deklinationsnadel) oben sitzt. Unter diesen Umständen haben wir auf der Nordseite eine Vermehrung der Horizontalkomponente, auf der Südseite eine Verminderung zu erwarten. Bei vollständig symmetrischem Bau des Berges sollte gerade auf der Spitze die ungestörte Horizontalintensität herrschen. Wir beobachten in der That, wenn wir etwa den Todtenkopf in der Richtung von Süden nach Norden überschreiten, zuerst ein Gebiet verminderter, dann ein Gebiet vermehrter Horizontalintensität, und der ungestörte Wert wird in nächster Nähe der Spitze doch noch auf der Südseite überschritten. Die gleichen Erscheinungen treten am Hochbuck, am Achkarrener Schlossberg und an der Katharinenkapelle auf. Am letzteren Berge ist der normale Wert von *H* auf den Nordabhang verschoben; die Messung bei der Kapelle, welche verringerte Intensität ergab, ist auf der Spitze vorgenommen, während die hohen Werte bei 283 auf einer nach Norden geneigten Fläche gewonnen sind. Der normale Wert ist zwischen den beiden Stationen zu erwarten, doch wurden Messungen dort wegen des dicht verwachsenen Waldes nicht vorgenommen. Eine vertikale Magnetisierung dieser Berge muss auf der Spitze eine Verminderung der Inklination hervorrufen, am Südabhange die Inklination in dem Gebiete verminderter Horizontalintensität vergrössern, am Nordabhange, dort, wo die Horizontalkomponente vergrössert ist, vermindern. Die genannten Berge zeigen die Erscheinung, welche am stärksten am Katharinenberge hervortritt; am Todtenkopf scheint sie geschwächt zu sein durch die Wirkung einer nördlich vor-

[1] Basalt im weitesten Sinne des Wortes genommen. Meinem Kollegen, Herrn Professor Gräff, bin ich für mehrfache in der vorliegenden Abhandlung benutzte Hinweise geologischer und mineralogischer Art zu Dank verpflichtet.

gelagerten Gesteinsmasse, welche ebenfalls derartig magnetisiert ist, dass der Nordpol sich oben befindet. Eine derartige Gesteinsmagnetisierung vermag auch einige Deklinationsstörungen zu erklären. Die ungestörte Deklination beträgt 12°.4 nach Westen; die magnetische Wirkung eines Nordpoles, wie ihn die besprochenen Berge darstellen, wird nach Süden hin eine Vermehrung und nach Norden hin eine Verminderung der Deklination veranlassen. Diese Erscheinung beobachtet man sehr ausgeprägt am Katharinenberge, wo sich am Süd- und Nordabhange die Deklinationen 15°.4 bezw. 4°.7 vorfinden. In schwächerem Masse tritt die Erscheinung am Achkarrener Schlossberge auf. In Uebereinstimmung mit dem polaren Verhalten des Hochbuck stehen die Deklinationsbeobachtungen daselbst, indem wir an der Westseite vermehrte, an der Ostseite verminderte Deklinationen haben und am Nordabhange eine unter dem normalen Wert liegende Deklination besteht. Die erdmagnetischen Konstanten an den besprochenen Oertlichkeiten entsprechen im allgemeinen der gemachten Hypothese von der vertikalen Magnetisierung der kompakten Basaltmassen; Abweichungen von dem zu erwartenden Verhalten, so z. B. die Thatsache, dass wir nicht genau auf der Spitze den normalen Wert der Horizontalintensität haben, sondern dieser nach Norden oder Süden verschoben ist, können wir entweder einer unregelmässigen Anordnung der magnetischen Massen oder einer Abweichung der Magnetisierungsrichtung von der Vertikalen zuschreiben, ohne dass eine Entscheidung möglich ist, welcher Fall zutrifft. Zu berücksichtigen ist schliesslich noch, dass wir in dem Gebirge wahrscheinlich auch mit Störungen zu thun haben, welche zu etwaigen das Gebirge durchziehenden Verwerfungsspalten in Beziehung stehen, also von in grosser Tiefe befindlichen Massen herrühren, und welche ebenfalls die von der Gebirgsmagnetisierung herrührenden Anomalien beeinflussen.

Um für die aus den erdmagnetischen Erscheinungen gewonnene Anschauung von der Magnetisierung des Gesteins eine Stütze zu gewinnen, habe ich an vielen Stellen, an denen festes Gestein aufgeschlossen war, sowohl lose herumliegende Steine (durch frischen Steinbruchbetrieb entstanden) als auch Stücke, welche von dem Fels mit dem Hammer losgeschlagen waren, mit einer Bussole an Ort und Stelle auf ihren magnetischen Zustand untersucht. Der grösste Teil dieser Stücke erwies sich als schwach permanent magnetisch, und zwar fand man diese Magnetisierung nicht allein am Gestein, welches von einer Bergspitze stammte, sondern auch an

Stücken, welche am Fusse des Berges in einem Steinbruche oder in einem Hohlwege durch das Wasser zugänglich gemacht waren. An den losgeschlagenen Stücken befand sich, soweit das bei der angewendeten Untersuchungsmethode zu beurteilen war, der Nordpol am oberen Ende, doch ist dieses Resultat mit einer ziemlichen Unsicherheit behaftet, wegen der unregelmässigen Gestalt der Stücke, welche aus dem harten Gestein nur schwierig herauszuarbeiten waren. Am Neunlindenberg und am Katharinenberge stammten die Stücke aus Steinbrüchen, welche zur Gewinnung von Bausteinen in den Gipfel getrieben waren. Eine erheblich stärkere Magnetisierung als die von den ebengenannten Oertlichkeiten stammenden Gesteine besitzt ein auf dem Gipfel des Schneckenberges zu Tage tretender Basaltgang, welcher an seinem oberen Ende einen Südpol aufweist, also in dem Sinne magnetisiert ist, als wenn er von der Erde induziert wäre. Vom Fusse des Berges aus einem Steinbruche herrührende Stücke waren vertikal mit nach oben gerichtetem Nordpol magnetisiert mit etwa derselben Intensität, welche die Gesteinsmagnetisierung im allgemeinen aufwies. Alle losgeschlagenen Gesteinsstücke stammen naturgemäss von freiliegenden Felsoberflächen, welche den Atmosphärilien ausgesetzt, also sicher teilweise zersetzt waren. Da völlig unzersetztes Material nicht zur Untersuchung kam, so lässt sich darüber nichts aussagen, inwieweit der Zersetzungsgrad die Magnetisierung beeinflusst. Ebensowenig lehrt die Untersuchung, ob eine derartige Magnetisierung durch die ganze Gesteinsmasse eines Berges oder nur an der Oberfläche stattfindet. Feststehend ist, dass das Gestein der mit starken magnetischen Störungen behafteten Berge sich permanent magnetisch erwies, und dass die Magnetisierung nicht allein auf die Bergspitzen oder hervorragende Blöcke beschränkt ist, sondern dass auch in Steinbrüchen am Fusse der Berge frisch geschlagene Stücke diese Eigenschaft besitzen. Diese Beobachtung ist nicht alleinstehend, denn auch Folgheraiter[1] fand einen Pol in einem Steinbruche 9 m unter der Oberfläche.

Die Ursache dieser Gesteinsmagnetisierung ist schwer anzugeben. Um einen von der Erde in den Basaltmassen induzierten Magnetismus kann es sich nicht handeln, denn der Sinn der Magnetisierung der Berge, welche sich wie freistehende Pole verhalten,

[1] Folgheraiter, Rendiconti della accademia dei Lincei 1894, Ser. V **3**, 2 p. 171.

ist entgegengesetzt demjenigen, welcher von dieser Hypothese gefordert wird. Man hat das Auftreten von Magnetpolen in Basalten wohl den Wirkungen von Blitzschlägen[1] zugeschrieben, doch scheint diese Erklärungsweise im Kaiserstuhl nicht überall anwendbar zu sein. Wirkungen des Blitzes, dessen Spuren nirgends beobachtet wurden, sind vor allem auf dem Berggipfel zu erwarten, und ein auf diesem Wege hervorgerufener Magnetismus wird wahrscheinlich eine unregelmässige Anordnung von Polen[2], welche keine Beziehung zu dem Magnetfelde der Erde aufweist, in der getroffenen Basaltmasse hervorrufen in der Weise, wie sie häufig an freistehenden Felsblöcken[3] beobachtet ist[4].

Im Kaiserstuhl sind nun alle Bergspitzen, welche erhebliche magnetische Störungen aufweisen, in demselben Sinne magnetisiert und wirken als freistehende gleichsinnige Pole, ein Verhalten, dessen Entstehung durch Blitzschläge wenig wahrscheinlich ist. Mit dieser Annahme über die Ursache der Gesteinsmagnetisierung ist ferner nicht im Einklange die Thatsache, dass wir auch in den Thälern starke magnetische Störungen vorfinden, welche auf den beiden Thalrändern oder benachbarten Bergen ebenfalls bemerkbar sind. Derartige Oertlichkeiten, an denen Blitzschläge im Thale unwahrscheinlich sind, treffen wir NNO von Lilienthal bei den Stationen 74, 83, 199. Die stärkste Störung findet im Thale statt, wo magnetisches Gestein ansteht, während am westlichen Thalrande, dessen Form die Anwesenheit von Basalt vermuten lässt, ohne dass dieses Gestein unter der Lössdecke hervorträte, die Störung trotzdem einen erheblichen Betrag aufweist; am östlichen Thalrande ebenfalls ohne Aufschluss haben wir eine geringe Störung in demselben Sinne wie im Thale. Die Station 295 bei Ober-Rothweil liegt auf einer Wiese im Thale, umgeben von Bergen, auf denen Störungen von etwa demselben Betrage bestehen, wie sie im Thale vorhanden sind. Die Störung ist unabhängig von der Gestaltung des Geländes und

---

[1] F. Pockels, Neues Jahrbuch für Mineralogie 1897, Bd. I S. 67.

[2] Oddone u Sella Rendiconti della accademia dei Lincei 1891, Ser. IV 7, 1 p. 145.

[3] Andreae und König, Der Magnetstein vom Frankenstein. Abhandl. der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Sep.

[4] „Es kommt zwar auch vor, dass eine Felsspitze als Ganzes einen intensiven magnetischen Pol zu bilden scheint, wie am Gipfel des kleinen Matterhornes und Riffelhornes bei Zermatt, doch ist dies keineswegs die Regel.“ F. Pockels, Neues Jahrbuch für Mineralogie 1897, Bd. 1 S. 67.

unabhängig von der an den verschiedenen Stationen bestehenden Blitzgefahr. Dasselbe gilt von den Anomalien am Pfaffenlochberg und in dem Sattel zwischen Büchsenberg und Achkarrener Schlossberg. Am Schneckenberge besteht die Wahrscheinlichkeit, dass Blitzschläge die magnetischen Erscheinungen an den freistehenden Felsen des Gipfels veranlasst haben, und für diese Erklärung spricht die Stärke der Magnetisierung, deren Richtung auf dem Gipfel selbst variiert und von der an anderen Oertlichkeiten bemerkten abweicht.

Die Karte der Anomalien.

Der polare Charakter von Todtenkopf, Hochbuck, Achkarrener Schlossberg tritt am deutlichsten hervor auf der vierten Karte, welche durch Pfeile an jeder Station die Grösse und Richtung der Horizontalkomponente der magnetischen Kraft darstellt, während die neben der Stationsbezeichnung stehenden Zahlen die Vertikalkomponenten in 0,001 *CGS* bedeuten. Durch Linien sind diejenigen Orte mit einander verbunden, welche keine Störung der Vertikalkomponente besitzen. Die magnetischen Störungen des südlichen Kaiserstuhles sind bedingt durch das Auftreten von drei Nordpolsystemen, Todtenkopf, Hochbuck, Achkarrener Schlossberg und Umgebung, denen man vielleicht den Kirchberg bei Rothweil als einen besonderen Pol zuzählen darf. Der östliche und südöstliche Teil des Gebirges besitzt geringe Störungen, welche eine Regelmässigkeit nicht erkennen lassen. Im nördlichen Kaiserstuhl haben wir das Polsystem von St. Katharina mit seinen Ausläufern, dem Galgenberg bei Amoltern und dem Statthaltersbuck bei Königschaffhausen. Der Gebirgszug bis zur Mondhalde hin entbehrt der Pole; einige etwas stärkere Störungen, z. B. an der Teufelsburg, scheinen von geringen Massen kompakten Basaltes herzurühren. Auffallend ist die Thatsache, dass von den grösseren Erhebungen des Kaiserstuhles die Eichelspitze und die Mondhalde des polaren Charakters entbehren, ein Verhalten, welches bei der Eichelspitze mit dem Fehlen des Magnetismus an den daselbst gefundenen Steinen übereinstimmt und nach den Erfahrungen im übrigen Gebirge darauf hindeutet, dass diese Berge nicht aus kompaktem Basalt bestehen oder dass ein etwa vorhandener derartiger Kern so tief liegt, dass er an der Oberfläche eine merkliche Wirkung nicht ausübt. Von der Mondhalde ist kein aus einer kompakten Masse herstammendes basaltisches Gestein zu erhalten. In hohem Grade bemerkenswert ist die

Beobachtung des Herrn Gruss[1], dass vom Neunlindenberg und von der Katharinenkapelle herrührende Gesteine sich als mineralogisch identisch erwiesen, während Schliffe aus den auf der Eichelspitze gefundenen Blöcken eine andere Zusammensetzung des Gesteines erkennen liessen. Es findet also eine Parallele zwischen den erdmagnetischen Störungen und der Zusammensetzung des Gesteines statt.

Es bedarf schliesslich noch der Besprechung einiger Besonderheiten in der Lage der Pfeile. Auffallend sind die von den Stationen 137 Lenzenberg und 163 Ziegenbrunnen unweit Ihringen ausgehenden langen Pfeile, deren Richtungen sich kreuzen. Anstehendes kompaktes Gestein tritt an beiden Oertlichkeiten nicht sichtbar auf. Eine Wiederholung der Deklinationsbestimmung mit einem Reisekompass ergab innerhalb der Fehlergrenzen dasselbe Resultat wie die Messung mit dem Deviationsmagnetometer, so dass an der Realität der Störung nicht zu zweifeln ist. Ein in der Nähe der Station 163 nachträglich bemerktes eisernes Brunnenrohr kann einen erheblichen Einfluss nicht ausgeübt haben, da eine in 100 m Entfernung ausgeführte Messung eine der ersten gleiche Deklination lieferte. In einigen Fällen ist die Lage der Pfeile durch die Bergform bedingt, so verdankt z. B. der von 47 am Todtenkopf ausgehende Pfeil seine Lage senkrecht zu den Pfeilen der Gipfelstationen seiner Lage am Ostabhange des Honigbuckes, wie auf der Karte im Massstabe 1 : 25000 erkennbar ist.

Unsere Karte können wir unter gleichzeitiger Beiziehung der Karte der Horizontalisodynamen benützen, um einen Beitrag zur Beantwortung der Frage zu liefern, ob die Basaltmassen des Kaiserstuhles sich unterirdisch in der Richtung nach Breisach fortsetzen. Die blosse Betrachtung der Horizontalisodynamen zeigt, dass magnetische Störungen bis dicht vor Breisach nachweisbar sind. In Breisach selbst ist keine Anomalie aufgefunden, vielleicht weil in dem sehr bebauten Berge Beobachtungen nur an wenigen ungünstig liegenden Orten möglich waren. Der Zusammenhang dieser Störungen mit einem unterirdischen Basaltvorkommen wird wahrscheinlich gemacht durch die Erkenntnis, dass im südwestlichen Kaiserstuhl die magnetischen Störungen bedingt sind durch das Vorkommen von Basaltmassen, welche sich wie nach oben gewendete Nordpole verhalten, und gerade der Hochbuck ist der ausgedehnteste derartige

[1] Gruss, Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des Kaiserstuhlgebirges. Diss. Freiburg i. B 1900, S. 130.

Pol, welcher im Kaiserstuhl vorkommt. Die Karte der Anomalien lässt erkennen, dass die Horizontalkomponenten der störenden Kräfte bis nach Gündlingen hin so gerichtet sind, als wenn sie zu dem Störungssystem des Hochbuck gehörten, und da an eine so weit reichende Fernwirkung der Spitze des Hochbuck nicht zu denken ist, so kann man die Störungen einer nach Süden abfallenden Basaltmasse zuschreiben, welche, wie der Hochbuck, so magnetisiert ist, dass der Nordpol sich oben befindet. In Analogie mit dem Verhalten der magnetisierten Berge würden wir die Höhe dieses unterirdischen Basaltrückens etwa bei 199 Wolfshöhle suchen, wo keine Störung der Horizontalkomponente, aber eine starke Verminderung der Vertikalkomponente vorliegt. Bei 382 Neumühle befinden wir uns, der Analogie folgend, auf dem Nordabhange der unterirdischen Basaltmassen. Diese Auffassung von der Entstehung der magnetischen Störungen in der Rheinebene westlich vom Kaiserstuhl wird gestützt durch das Basaltvorkommen bei Breisach und die Auffindung von Basalt im Rheinbett.

Schluss.

Die im Kaiserstuhl auftretenden magnetischen Störungen sind zum Teil auf die Wirkung der dort auftretenden permanent magnetisierten Gesteine zurückgeführt. Will man aus den Störungen auf die Einzelheiten der Verteilung der basaltischen Massen, etwa das Auftreten von Gängen kompakten Gesteines in Agglomeraten, schliessen, so ist die vorliegende Aufnahme zu weitmaschig; für diesen Zweck wäre ein weit dichteres Netz von Stationen erforderlich. Die vorliegenden Karten können nur einen Ueberblick über die Richtung und Grösse der Störungen liefern. Unzweifelhaft hätte eine andere Anordnung der Stationen günstigere Resultate gegeben, und hier muss zur Erklärung angeführt werden, dass die magnetischen Störungen bei Beginn der Untersuchungen völlig unbekannt waren und die Anomalien erst nach langwierigen Reduktionsrechnungen nach Abschluss der Beobachtungen ermittelt wurden, so dass die Aufstellung eines Planes für die Untersuchung der Anomalien unmöglich war. Ein grosses Hindernis für die Messungen waren in den tieferen Lagen die Weinkulturen und in den höheren Teilen des Gebirges der dicht verwachsene Wald, welche weite Strecken für die Vornahme von Beobachtungen ungeeignet machen. Ein Anhalt über die Lage der Spalten oder Verwerfungen, welche zur Entstehung des Gebirges Anlass gaben, ist aus den Anomalien nicht

zu entnehmen. Es ist freilich bekannt, dass Verwerfungsspalten häufig eine Deformation der erdmagnetischen Linien im Gefolge haben, und sicher steckt in den Anomalien auch die Wirkung derartiger tektonischer Ursachen, aber so lange wir diese Wirkungen nicht von dem Einfluss des Gebirgsmagnetismus trennen können, dürfen wir auf die Lage von Verwerfungsspalten nicht schliessen. Soll die Lage von Verwerfungen aus erdmagnetischen Messungen erschlossen werden, so ist in unserem Falle eine genaue erdmagnetische Aufnahme des ganzen Rheinthales erforderlich, und diese wird uns wahrscheinlich magnetische Anomalien kennen lehren, welche zur Entstehung des Kaiserstuhlgebirges in Beziehung stehen.

Resultate:

1. Die erdmagnetischen Störungen im Kaiserstuhl sind teilweise aus einer permanenten Magnetisierung des Gesteins zu erklären.
2. Die nachweislich aus kompakten Basaltmassen bestehenden Berge verhalten sich als Ganzes wie annähernd vertikal stehende Nordpole, verdanken also ihre Entstehung nicht der induzierenden Wirkung der Erde.
3. Es findet ein Parallelismus statt zwischen der mineralogischen Zusammensetzung des Gesteins und dem magnetischen Verhalten der Berge.
4. Die magnetischen Erscheinungen lassen auf der Ostseite das Auftreten der Sedimentgesteine, auf der Südwestseite eine unterirdische Fortsetzung der basaltischen Massen erkennen.

Erläuterungen zu den Karten.

1. **(Taf. XI)** Horizontalisodynamen. Die gestrichelte Linie bedeutet die Isodyname 0.203, welche ohne die magnetische Wirkung des Gebirges durch Oberbergen (Station 35) von ONO nach WSW gehen würde. Die Stationen in der Zahl von 382 nebst den zugehörigen Werten der Horizontalintensität konnten auf der Karte im Interesse der Uebersichtlichkeit nicht eingetragen werden. An den Kurven sind die Werte von H in *CGS*-Einheiten vermerkt.

2. In der Isoklinen-Karte **(Taf. XII)** ist am Orte jeder Station die beobachtete Inklination eingetragen; die auf die Kurven bezüglichen Zahlen unterscheiden sich von den übrigen durch die Hinzufügung des Gradzeichens (°).

3. Die Isogonen **(Taf. XIII)** sind durch die Deklination, auf welche sie sich beziehen, mit Hinzufügung des Gradzeichens (°) gekennzeichnet, welches bei den an den Beobachtungsorten in die Karten eingetragenen Deklinationen fehlt. Die Isogone 12°.4, welche ohne Störung von NNO nach SSW durch Oberbergen verlaufen würde, ist gestrichelt gezeichnet.

4. **(Taf. XIV)** Isanomalen. An jeder Station ist durch Grösse und Richtung eines vom Beobachtungsorte ausgehenden Pfeiles die Horizontalkomponente der magnetischen Wirkung des Gebirges dargestellt, wobei 1 mm 0.001 *CGS*-Einheiten entspricht. Die nebenstehenden Zahlen bedeuteten die Vertikalkomponenten der störenden Kräfte in 0.001 *CGS*-Einheiten.

Die Orte, an denen die Vertikalkomponente den Wert Null hat, sind durch Kurven verbunden.

Die gestrichelten roten Linien auf sämtlichen Karten haben keine magnetische Bedeutung, sondern sind eine Wegbezeichnung.

Plastisch-anatomische Betrachtungen.

Von

Dr. **Ernst Gaupp**

a. o. Professor.

(Mit 3 Tafeln und 14 Figuren im Text.)

Im nachfolgenden Aufsatz sind einige Punkte aus der antiken Plastik behandelt, die ein besonderes anatomisches Interesse darbieten. Einige von ihnen sind aus diesem Grunde schon früher mehrfach erörtert worden, ohne dass jedoch eine völlige Klarheit und ein abschliessendes Urteil über sie erzielt worden wäre. Der Gesichtspunkt, von dem die vorliegenden Betrachtungen ausgehen, ist natürlich in erster Linie ein anatomischer; doch möchte ich glauben, dass die Ausführungen noch nach zwei anderen Richtungen hin zum mindesten einige Anregungen ergeben dürften: nach der kunstarchäologischen und nach der anthropologischen. Soweit mir bekannt, sind gerade die hier besprochenen Punkte von seiten der Kunstarchäologen bisher weniger genau beachtet worden, als manches andere anatomische Merkmal. Und doch regen sie manche Fragen an, die auch für die Kunstarchaeologie Interesse besitzen müssten. Was ist noch naturwahre, der Beobachtung folgende Darstellung, und wo fängt die künstlerische, dem Typus zuliebe geübte Uebertreibung an? — ist irgend eine vom Gebräuchlichen abweichende Bildung als reines Merkmal einer Zeit oder Schule anzusehen, oder aber in besonderen Momenten, z. B. der Stellung der Figur, thatsächlich begründet? — ist andererseits eine Bildung, die typisch wiederkehrt, auch wirklich immer berechtigt, oder lässt nicht vielmehr ihre regelmässige Wiederholung in manchen Fällen nur das Walten eines starren traditionellen Schemas erkennen? — Die Anatomie muss sich damit bescheiden, konkrete Fälle aufzusuchen und zu behandeln, die zur Erörterung über solche und ähn-

liche Fragen den Stoff abgeben, die Ausnutzung der Ergebnisse aber der Kunstarchäologie überlassen. — Auch in anthropologischer Hinsicht bieten die Figuren der antiken Plastik noch manches, was eine eingehende Behandlung lohnen würde. „Dünne Haut und ein bei athletisch durchgebildeter Muskulatur doch gut entwickeltes Fettpolster" ist meist das einzige, was als Besonderheit den Menschen zugestanden wird, die den antiken Künstlern als Vorbilder dienten; das Skelett dagegen, an dem doch Rasseneinflüsse ganz besonders bemerkbar zu sein pflegen, wird viel weniger berücksichtigt. Wenn der Vergleich des modernen deutschen Menschen mit den Gestalten der antiken Plastik in Bezug auf Formschönheit zu Ungunsten des ersteren ausfällt, ist es da wirklich berechtigt — wie es thatsächlich manchmal geschieht — kurzer Hand die letzteren als Phantasiegebilde oder aber den ersteren als ein verkümmertes Kulturprodukt hinzustellen, und spielen hier nicht vielmehr andere, vor allen Dingen Rasseneinflüsse mit, die nur noch nicht genügend erkannt und in ihrer Wirksamkeit beachtet sind? Gleich der erste der im Nachfolgenden zu behandelnden Punkte lässt diese Frage aufwerfen, die wohl einer eingehenderen Prüfung wert wäre.

Die vier Punkte, die ich besprechen möchte, sind: 1. die untere Begrenzung des Bauches (sog. „Beckenlinie"); 2. das Unterrippengrübchen; 3. der Suprapatellarwulst; 4. der doppelte Fersenhöcker.

1. Die untere Begrenzung des Bauches (sog. „Beckenlinie").

Die untere Begrenzung des Bauches zeigt an den antiken männlichen Gestalten in der Hauptsache zwei sehr scharf von einander unterschiedene Formen. Die eine ist dadurch charakterisiert, dass zwei Linien, eine rechte und eine linke, in symmetrischer Anordnung die Bauchgegend von der Vorderfläche der beiden Oberschenkel trennen. Meist verläuft eine jede derselben schräg von aussen und oben nach innen und unten und verliert sich seitlich von den Pubes am inneren Schenkelumfang. So finden wir sie in steifer und unnatürlicher Form am Apoll von Tenea und anderen archaischen Bildwerken; in schöner naturwahrer Ausführung aber auch an Statuen der besten Epoche, so auf der Jünglingsstatue in St. Petersburg, die FURTWÄNGLER[1] in Fig. 82 auf S. 479 seines

[1] FURTWÄNGLER, A., Meisterwerke der griechischen Plastik. Leipzig-Berlin 1893.

grossen Werkes abbildet, und deren Rumpfpartie ich hierneben kopiere (Fig. 1), an dem eingiessenden Satyr in Dresden, der dem Praxiteles zugeschrieben wird, und manchen anderen Figuren von knabenhaftem Typus. Zur anatomischen Erklärung ist nichts zu sagen, was nicht allgemein bekannt wäre: die Furche ist die Leistenfurche; es liegt ihr aber nicht nur das Leistenband zu Grunde, sondern nach abwärts ist sie unmittelbar in die Genitofemoralfurche fortgesetzt. So sehen wir es ja auch jetzt noch bei jugendlichen

Fig. 1. Jünglingsstatue in St. Petersburg. Nach A. FURTWÄNGLER, Meisterwerke der griechischen Plastik.

Fig. 2. Bauchplastik bei einem jungen Menschen; nach einer Modellphotographie. Das Modell hat beide Hände erhoben. Nach BRÜCKE, Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt.

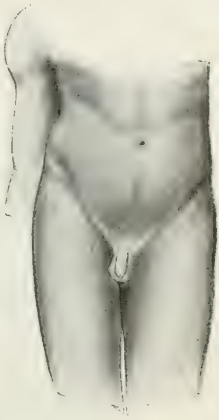


Fig. 3. Bauchplastik bei einem jungen Menschen; nach einer Modellphotographie. Das Modell trug in der rechten Hand einen Krug. Nach BRÜCKE, Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt.

Körpern, wie die beiden nebenstehenden Figuren (Fig. 2 und 3) zeigen, die ich in bestimmter Absicht dem BRÜCKE'schen Buche[1] entnehme, sowie die Fig. 1 auf Taf. XV, die ich Herrn OTTO AMMON in Karlsruhe verdanke. Die jugendliche Fettablagerung und Glätte der Regio pubica bedingt hier den Uebergang der Inguinalfurche in die Genitofemoralfurche.

Von grösserem Interesse ist die zweite der erwähnten Formen,

[1] BRÜCKE, ERNST, Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt. Wien 1891.

die speziell die Bezeichnung „antike Beckenlinie“ oder „antiker Beckenschnitt“ erhalten hat, und die sich durch die Einheitlichkeit und Fünfteiligkeit der Grenzlinie charakterisiert.

Wir finden (Fig. 4) eine kontinuierliche, von rechts nach links herüberlaufende Linie, die im Ganzen fünf Abschnitte und dementsprechend vier (mehr oder minder abgerundete) Knickpunkte unterscheiden lässt. Jederseits beginnt sie mit einem seitlichen Schenkel (a), der horizontal oder etwas nach vorn absteigend an der Seitenfläche und auch noch eine Strecke weit auf die Vorderfläche des Körpers verläuft und hier die untere Begrenzung eines oft dicken Wulstes, des Weichenwulstes, bildet. Dieser seitliche Schenkel geht unter stumpfem Winkel (oberer Knickpunkt, α) in den absteigenden Schenkel (b) über, und die absteigenden Schenkel beider Seiten werden schliesslich durch den mittleren horizontalen Schenkel (c) unter einander verbunden, der die Mittellinie überschreitet und dabei am oberen Rande der Schambehaarung, falls dieselbe dargestellt ist, hinläuft. Der absteigende Schenkel b bildet mit dem mittleren horizontalen Schenkel c am unteren Knickpunkt (β) ebenfalls einen stumpfen Winkel.

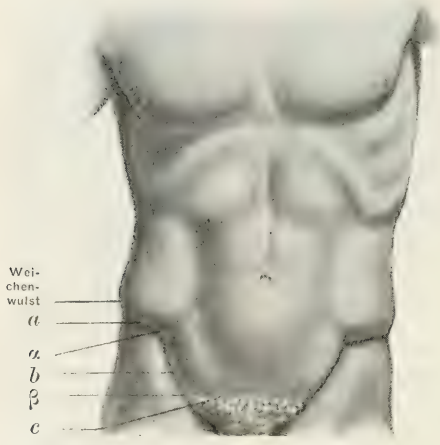


Fig. 4. Diadumenos Farnese. Unter Zugrundelegung der Bruckmann'schen Photographie, nach dem Abguss der Freiburger Sammlung ergänzt.

Der Sulcus genito-femoralis ist gewöhnlich noch ausser der eben geschilderten Linie dargestellt, oft sogar sehr tief.

Das ist das Typische in der Gestaltung der „antiken Beckenlinie“. Verschiedenheiten werden beobachtet in dem Verlaufe des lateralen Schenkels (a), der entweder mehr horizontal, oder mehr nach vorn absteigend sein kann, ferner in der Lage der beiden Knickpunkte, durch die die Grösse der Winkel bei α und β bestimmt wird. Diese Winkel sind immer stumpf und zudem mehr oder minder abgerundet. Am meisten nähern sie sich rechten Winkeln, wenn der Punkt α sehr weit medialwärts vorgeschoben

ist, und der Punkt β weit von der Mittellinie entfernt liegt, d. h. der mittlere Linienschenkel c sehr lang ist. Beides findet sich z. B. am Diadumenos Farnese (Fig. 4), Diomedes (Fig. 5), Doryphor (Fig. 6), Herakles Lansdowne (Fig. 9) und vielen anderen Statuen, die erwachsene Männer von athletischem Körperbau darstellen; die Linie zeigt dann die scharfen winkligen Knickungen, die so besonders für die Antike charakteristisch sind und den antiken Beckenschnitt in seiner schärfsten Ausbildungsform bedingen. Daneben finden sich aber auch gemilderte Formen, in denen die Winkel bei α und β grösser sind, teils dadurch, dass der Punkt α nicht so weit gegen die Mittellinie vorgeschoben ist (Hermes des Praxiteles, Apollo vom Belvedere), teils dadurch, dass der mittlere Schenkel c kürzer ist und somit der Punkt β der Mittellinie näher liegt (z. B. Narkissos, Fig. 10). Auf diese graduellen Unterschiede komme ich noch zurück.

Die einheitliche fünfteilige Beckenlinie findet sich, wie eben schon bemerkt wurde, am schärfsten ausgebildet bei athletischen Figuren des voll entwickelten Mannesalters; hier ist dann auch die Behaarung der Pubes dargestellt, und der mittlere horizontale Schenkel der Linie läuft dem oberen Rande derselben entlang. Aber auch bei Epheben, ja selbst bei noch jugendlicheren Gestalten findet sie sich, wofür der schon genannte Narkissos, der Westmacott'sche und der Dresdener Athlet (Fig. 7), der Oeleingiesser in Petworth und viele andere Figuren Beispiele sind. Das jugendlichere Alter der in diesen Figuren dargestellten Personen ist charakterisiert durch das Fehlen oder die geringe Entwicklung der Behaarung der Regio pubica, wodurch der mittlere Schenkel der Beckenlinie eine grössere Selbständigkeit erlangt.

Die modernen Menschen (wenigstens in Deutschland) zeigen die Unterbauchgegend gewöhnlich nicht durch eine so scharf gezeichnete und winklig geknickte Linie abgegrenzt, und so ist die „antike Beckenlinie", speziell ihre extreme Ausbildungsform, von anatomischer Seite mehrfach behandelt und analysiert worden. Die wichtigsten Aeusserungen darüber mögen hier folgen.

C. Langer[1] (S. 207 ff.) vermochte sich über die antike Beckenlinie keine genügende Rechenschaft zu geben. Drei Punkte hebt er hervor. 1. Ausgehend zunächst von der Vorstellung, dass die seitliche Horizontallinie (a) dem Darmbeinkamme entspricht, bemängelt Langer, dass diese Linie fast horizontal

[1] Langer, Carl, Anatomie der äusseren Formen des menschlichen Körpers. Wien 1884.

angebracht sei und nicht nach vorne geneigt, wie es die aufrechte Körperhaltung fordert. 2. Der obere Knickpunkt (α) entspricht nach LANGER dem Darmbeindorn (Spina iliaca anterior superior), ist aber unnatürlich weit gegen die Leibesmitte vorgeschoben. 3. Das hat dann zur Folge, dass der absteigende Schenkel (b) der Linie, der dem Leistenbande entspricht, winklig vom Darmbeinkamme abgeht und viel zu steil aufgerichtet ist, so dass sich die Bauchwand mit einem schmalen Ausgange gegen den Schamberg begrenzt.

LANGER verlegt den Grund der Gestaltung in das Skelett. Da nun die wohlausgebildete Lendenkrümmung der antiken Statuen und die ganze Situierung des Darmbeindornes die Annahme einer zu geringen Neigung des Beckens ausschliessen lassen, so bleibt ihm nichts übrig, als eine mit den natürlichen Verhältnissen nicht korrespondierende eigentümliche Gestaltung des Beckens anzunehmen. Dieselbe liesse sich, auf die Wirklichkeit bezogen, am ehesten als Excess jener Varietät in der Gestaltung der Hüfte definieren, die als schmales Becken mit steil aufgerichteten Darmbeinen beschrieben wird, und die noch dadurch charakterisiert ist, dass der vordere Abschnitt des Darmbeines, der sonst breit nach den Seiten ausladet, schärfer nach vorn gegen die Leibesmitte umgebogen und fortgeführt ist. Auch die nachfolgende Bemerkung LANGER's ist noch so charakteristisch, dass ich sie mit anführen will. „Motive zur Rechtfertigung dieser eigentümlichen Gestaltung dürften schwer zu finden sein, insbesondere bei dem Umstande, dass sich dieselbe an weiblichen Bildungen nicht findet; man könnte sogar sagen, dass dieser auffällig schmale Abschluss des Unterleibes gerade keinen gefälligen Eindruck mache, Beweis dessen, dass die Künstler selbst bemüht waren, den scharfen Winkel, in welchem die Leistenfurchen am Schamberge zusammengehen müssten, abzurunden, was sie dadurch erzielten, dass sie die Leistenfurchen, statt sie neben den Schamteilen in das Perineum fortzusetzen, über dem Schamberge zusammengehen liessen und den Schamberg von der Bauchwand vollständig abgliederten."

Aus der letzten Bemerkung geht hervor, dass LANGER den mittleren horizontalen Schenkel (c) der Beckenlinie als eine künstlerische Zuthat auffasst, und in gleichem Sinne lautet denn auch seine frühere Angabe, dass die Leistenfurche in schiefer Richtung vom Darmbeine abgeht und sich wenigstens bei jugendlichen Gestaltungen zwischen Schenkel und Schamteilen in das Perineum fortsetzt (S. 206; illustriert durch Fig. 77 auf derselben Seite).

Besonders in Fluss gekommen ist die Frage durch ERNST BRÜCKE, der zuerst in einem besonderen Aufsatz[1] und dann in „Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt"[2] die antike Beckenlinie behandelt. BRÜCKE's Erklärung der Linie gründet sich auf die Untersuchung zweier Venezianer, die den typischen Beckenschnitt zeigten. Da ergab sich denn, dass der seitliche horizontale Schenkel der Beckenlinie gar nicht dem oberen Rande des Darmbeinkammes seine Entstehung verdankt (wie LANGER fälschlich angenommen hatte), sondern beträchtlich unterhalb desselben verläuft und durch den aus Muskel (Obliquus externus) und Fett gebildeten Weichenwulst, als untere Begrenzung desselben,

[1] BRÜCKE, ERNST, Die Beckenlinie männlicher antiker Statuen. Anatomischer Anzeiger, 3. Jahrgang 1888.

[2] Derselbe, Schönheit und Fehler der menschlichen Gestalt. Wien 1891. S. 98 u. ff.

zu stande kommt. Der obere Knickpunkt der Linie entsprach dem vorderen oberen Darmbeinstachel (wie auch Langer angenommen hatte), während die mittlere horizontale Linie (c) nach Brücke's Anschauung entstanden ist aus der oberen Grenze des Haarwuchses. „Sie ist noch an vielen Statuen als solche zu erkennen, so am Harmodius von Neapel, am Apollo aus der Sammlung Choiseul-Gouffier im British Museum, am Doryphoros des Polyklet in Neapel und am Diadumenos Farnese in London." Wenn durch ihre scharfe Betonung und ihre Form die Antiken sich von der Wirklichkeit zu entfernen scheinen, so liegt das an dem Konflikt, in den der Künstler geriet: dass er etwas darzustellen hatte, was sich für die Plastik nicht eignete, und von dem er andererseits doch nicht völlig absehen konnte. „Wenn wir nun fragen, welche sind die anatomischen Eigenheiten, welche den typischen Schnitt hervortreten lassen, so lautet die Antwort: Entschieden männlicher Bau des Beckens, bei dem die Spinae oss. il. ant. superiores einander nahegerückt sind, und mässige Beckenneigung, welche den Darmbeinkamm nicht als solchen sichtbar hervortreten lässt, dazu straffe, widerstandsfähige Recti abdm. und eine mässige Fettbedeckung, wie ja auch Griechen und Römer ihre schlanksten Heroengestalten nie so fettarm darstellten, wie jugendliche und wegen ihres kleinen und wohlgegliederten Bauches verwendbare Modelle bei uns zu sein pflegen." Die Wichtigkeit eines guten auf den Weichen abgelagerten Fettpolsters für die Entstehung des Weichenwulstes und damit für die Entstehung des lateralen Schenkels der Beckenlinie hat Brücke später (Schönheit und Fehler u. s. w.) noch ganz besonders hervorgehoben. „Warum ist denn der typische Schnitt heutzutage so selten? Wir müssen dafür zunächst die Rasse verantwortlich machen, vielleicht liegt aber auch in unserer Kleidung ein Moment. Der Bund der Hose lastet vom Knabenalter an auf dem Darmbeinkamme und schnürt die Weichen ein." —

Man sollte meinen, dass mit dieser Erklärung Brücke's die Frage erledigt gewesen wäre. Das war aber nicht der Fall. Durch die Anatomen-Versammlung in Basel 1895 hat sie vielmehr ein ganz anderes Ansehen erhalten und ist in einer Form zur Behandlung gekommen, die von der Anschauung Brücke's weit abweicht. Es war Leboucq, der den „antiken Schnitt der Beckenlinie" zum Gegenstande eines besonderen Vortrages machte[1] und darin die Ansicht aufstellte, dass der obere Knickpunkt der Linie gar nicht durch die Spina iliaca anterior superior verursacht, sondern das untere Ende des medialen Randes der Muskelmasse des Obliquus externus abdominis sei. Der vordere obere Darmbeinstachel soll sich „immer lateralwärts vom fraglichen Knicke" befinden, und der mediale Rand des Obliquus externus „sich immer schön oberhalb des Winkels verfolgen" lassen. „Der zum Pubis absteigende Teil der oberen Linie ist die Abgrenzung dieses schwächsten Stückes der Bauchwand, wo sich die unteren Fasern des Obliquus internus und Transversus abdom. und der Leistenkanal befinden (Inguinaldreieck Henke's, méplat sus-inguinal der Franzosen)." Leboucq weist zur Stütze seiner Anschauung darauf hin, dass an manchen Figuren ausser der typischen Beckenlinie noch zwei andere Linien vorhanden seien: die unterste (Schenkelflexionslinie) ist die Fortsetzung der Femoroperineal-Rinne, während die intermediäre ziemlich genau in der Richtung des

[1] Leboucq, Ueber den antiken Schnitt der Beckenlinie. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft auf der neunten Versammlung in Basel. 1895.

Leistenbandes verläuft. Die oberste (also den absteigenden Schenkel der Beckenlinie) bezeichnet LEBOUCQ als „die bei den Modernen nur als Aussonderung vorkommende eingeknickte Hypogastriumlinie." Alle drei Linien findet LEBOUCQ beim borghesischen Fechter.

Diesen Darlegungen LEBOUCQ's schlossen sich in der Diskussion SCHWALBE und KOLLMANN an. SCHWALBE hatte, wie er berichtete, Gelegenheit, an einer stark muskulösen, fettarmen, totenstarren Leiche die antike Beckenlinie in schönster Weise ausgebildet zu sehen, und überzeugte sich, dass der laterale Teil derselben der Grenze des Muskelfleisches des Obliquus abdominis externus gegen seine Aponeurose entsprach. Bedingungen für die antike Beckenlinie sind stark entwickelte Muskulatur und Fettarmut des subkutanen Gewebes. Diese natürliche Form sei später bei Darstellung besonders muskulöser Individuen, z. B. in der Schule des Polyklet, übertrieben worden. KOLLMANN schliesslich erklärte nach den Angaben von LEBOUCQ und SCHWALBE eine weitere Bekräftigung für überflüssig. Für die eigenartige Gestaltung des Unterbauches haben nicht knöcherne Organe die Grundlage gebildet, sondern die mediale Muskelecke des Obliquus abdominis externus. Bei den Aegineten sowie bei den Figuren der Aegypter komme die antike Beckenlinie vor, bei den Aegineten in stark stilisierter Form. „Die Gestalten der südlichen Länder besassen eben dünne Haut und gute Muskeln, namentlich bei den Modellen für die Künstler wird dies der Fall gewesen sein, und so kam schon früher diese eigenartige Form in die Kunst." Hierzu fügte dann LEBOUCQ als Schlussbemerkung hinzu, „dass man wirklich dem typischen Schnitt von den Primitiven an begegnet, beim Teneischen Apollo kann er sogar als übertrieben bezeichnet werden".

Leider hat LEBOUCQ eine bildliche Darstellung von der Bauchwand eines modernen Menschen, an der die von ihm gemeinte „Hypogastriumlinie" sichtbar wäre, nicht gegeben. Aus den Angaben, die er macht, geht aber wohl hervor, dass die Linie gemeint ist, die das Trigonum inguinale medial begrenzt und die WALDEYER[1] z. B. als „Rectuslinie" bezeichnet. Diese Linie ist ja in der That nicht immer vorhanden, und so hat LEBOUCQ ganz Recht, sie als Ausnahmeerscheinung zu bezeichnen[2]. LEBOUCQ's Ansicht bezüglich der Bedeutung dieser Linie für das Verständnis der antiken Beckenlinie kann ich allerdings nicht teilen.

Dass BRÜCKE's Deutung der antiken Beckenlinie falsch sei, behauptet auch FRITSCH[3]. Ich muss auch FRITSCH's Bemerkungen über diesen Punkt in den Hauptsachen wörtlich wiedergeben, um von vornherein dem Vorwurf zu begegnen, dass ich etwa FRITSCH's Gedanken, die in sehr unbestimmter Form ausgesprochen sind, nicht richtig verstanden hätte. „BRÜCKE", sagt FRITSCH S. 89, „behandelt in seinem trefflichen Werk ‚Fehler und Schönheiten

[1] JOESSEL-WALDEYER, Lehrbuch der topographisch-chirurgischen Anatomie. Teil II. 1899. S. 291.

[2] Dass diese Linie gemeint ist, geht auch aus der Beschreibung hervor, die HENKE (Topographische Anatomie des Menschen. Lehrbuch. 1884. S. 287) von dem Inguinaldreieck giebt, und auf die sich LEBOUCQ beruft.

[3] FRITSCH, GUSTAV, Die Gestalt des Menschen. Mit Benutzung der Werke von E. HARLESS und C. SCHMIDT für Künstler und Anthropologen dargestellt. Stuttgart, Paul Neff.

u. s. w.' diesen Gegenstand ebenso ausführlich wie unglücklich, da die ganze darauf gerichtete Erörterung, wie es zu erklären sei, dass im Altertum von den Künstlern eine Gestalt der Beckenlinie als typisch benutzt wurde, welche sich heutigen Tages nicht mehr findet, in sich zusammenfällt. Die Ausführungen sind nur ein weiterer Beweis für die hier aufgestellte Behauptung, dass selbst die Fachleute vielfach nicht wissen, wie die Menschen unserer Zeit aussehen. Die antike Beckenlinie, deren Fehlen Brücke soviel Kopfzerbrechen machte, kommt in der That auch heute noch an wohlgebauten muskulösen Männern vor, die so trainiert sind, wie es bei der männlichen Jugend des Altertums üblich war." Als Beispiel hierfür bildet Fritsch einen deutschen Preisturner ab. Derselbe zeigt in der Vorderansicht (Taf. XIV bei Fritsch) eine kräftig entwickelte Bauchmuskulatur, und da dieselbe sich im Zustande der Kontraktion befindet, so ist das Muskelrelief gut erkennbar. Es markiert sich auf der rechten Seite deutlich die Seitenfurche, d. h. die Depression zwischen dem medialen Rande des M. obliquus abdominis externus und dem lateralen Rande des M. rectus abdominis. Etwa in der Höhe der Spina iliaca anterior superior teilt sie sich in zwei Teile: einen, der direkt weiter nach abwärts und innen gegen die Pubes zieht, und einen zweiten, der in fast rechtem Winkel nach aussen umbiegt, um lateral von der deutlich heraustretenden Spina iliaca anterior superior den Darmbeinkamm zu erreichen. Dass dieser horizontal nach aussen abbiegende Linienschenkel dem Ansatz des Obliquus abdominis externus an seiner Aponeurose entspricht, ist wohl fraglos. Von der Spina aus geht die Inguinalfurche nach abwärts. Bei genauerem Zusehen erkennt man auch, dass die Inguinalfurche sich noch medial von der Spina etwas weiter aufwärts, nämlich bis zu dem Wulst des Obliquus abdominis externus, fortsetzt. Die Spina iliaca liegt ziemlich weit lateral, so dass von ihr bis zu dem lateralsten Punkte des Darmbeinkammes nur noch ein ganz geringer Abstand (in transversaler Richtung) bleibt. Das Trigonum inguinale, lateral durch die Inguinalfurche, oben durch den unteren Rand des Obliquus abdominis externus, medial durch die von der Umbiegungsstelle des Obliquusrandes absteigende Verlängerung der Seitenfurche begrenzt, ist etwas vorgewölbt. Alles das ist klar zu erkennen; hervorhebenswert daran ist, dass die von der Muskelecke aus absteigende Linie eine besondere Tiefe und Schärfe besitzt.

Fritsch schildert dies Relief mit den folgenden Worten (S. 91): „Besonders hervorzuheben ist am vorliegenden Beispiel des Turners aber die klassische Entwicklung der Bauchregion, welche allerdings sonst durch stärkere Ausdehnung der Bauchdecken meist sehr früh einen unschönen Umriss erhält. Hier ist von diesem Fehler noch keine Spur vorhanden, und unterhalb der leicht vorquellenden schiefen Bauchmuskeln macht die Beckenlinie den von Brücke so schmerzlich vermissten Knick nach einwärts in einer den klassischen Bildwerken durchaus entsprechenden Form. Sie läuft alsdann in leicht nach aussen konvexer Krümmung abwärts zur Falte der Leistenbeuge, um sich hinter der Genitalregion in der Tiefe der Spalte zu verlieren."

Ein Vergleich dieser Schilderung mit der Abbildung, auf die Fritsch sich bezieht, lässt wohl keinen Zweifel darüber, dass Fritsch's Anschauung sich mit der von Leboucq deckt: d. h. dass die innere, von der Muskelecke des Obliquus externus ausgehende Linie, die das Inguinaldreieck innen begrenzt, für den absteigenden Schenkel der antiken Beckenlinie gehalten worden ist. Die äussere

Linie, die dicht über der Spina beginnt und schon an der Spina selbst in die Inguinalfurche übergeht, kann es nicht sein, denn die Form, die sie bei dem Preisturner in der Vorderansicht (Taf. XIV) zeigt, wird wohl niemand als eine „den klassischen Bildwerken durchaus entsprechende" bezeichnen wollen. Sie ist von dieser vielmehr weit verschieden, da ihr Abgang vom Weichenwulst weit lateral liegt, und sie somit gerade das Moment, das überhaupt bei der antiken Beckenlinie so auffallend ist: die sehr mediale Lagerung des oberen Knickpunktes, nicht zeigt. Auch das absprechende Urteil über BRÜCKE wäre nicht verständlich, wenn FRITSCH die äussere Linie, die in der Hauptsache Inguinalfurche ist, mit dem absteigenden Schenkel der antiken Beckenlinie identifiziert hätte. Denn der Punkt, wo sie vom Weichenwulst abgeht, ist zwar nicht die Spina selbst, liegt aber unmittelbar über ihr, und wenn FRITSCH ihn mit dem oberen Knickpunkt der antiken Beckenlinie identifizieren wollte, so würde er zur Erklärung der spezifischen Form der antiken Beckenlinie, genau so wie BRÜCKE, eine besondere Form des Beckens annehmen müssen. Dafür, dass FRITSCH die innere Linie mit dem absteigenden Schenkel der antiken Beckenlinie identifiziert hat, spricht auch die weitere Bemerkung im Text (S. 89): „Zu beachten ist hier wie in ähnlichen Fällen (z. B. beim Schulterblatt), dass die starke Muskelkontraktion eine scheinbare Verschiebung der Knochenansätze in der Richtung auf die Kontraktionswelle zu bewirken pflegt, da die sehnigen Teile bei der Anspannung im Niveau des Knochens verbleiben. So wird also im vorliegenden Fall eine Verlängerung des Darmbeinkammes nach einwärts vorgetäuscht, die gar nicht existiert." Und schliesslich spricht in gleichem Sinne die Anmerkung: „Herr LEBOUCQ hat auf der Anatomenversammlung in Basel (1895) einen ganz ähnlichen Standpunkt vertreten, wie er hier dargelegt wurde, auch er weist Beispiele des heutigen Vorkommens der antiken Beckenlinie nach und betont die Unabhängigkeit des oberen Knickes vom Darmbeinstachel. Es schlossen sich ihm SCHWALBE und KOLLMANN mit ihren Ausführungen an, weitere Beispiele nachweisend"[1].

Mit einigen kurzen Worten kommt auch WALDEYER[2] auf die antike Becken-

[1] Unverständlich ist mir allerdings der Hinweis von FRITSCH auf die Vorderansicht der Fechterfigur von SALVAGE, „die sehr deutlich durch die Muskelverteilung um den oberen Dornfortsatz des Darmbeins das Zustandekommen des Knickes in der Beckenlinie" zeigen soll. SALVAGE verlegt den Knick der Beckenlinie an die Spina und stellt den absteigenden Schenkel als Leistenband dar. Das entspricht also nicht dem, was sich aus der Schilderung des Preisturners als die Ansicht von FRITSCH entnehmen lässt. Auch die Bemerkung auf S. 55 reimt sich schlecht mit dem auf S. 89 Gesagten; sie lautet: „Besonders lehrreich sind für den bildenden Künstler auch die Verhältnisse des Beckens und der Leistengegend; man beachte Lage und Stellung des scharf hervortretenden oberen Darmbeindornes, welcher für das Zustandekommen der sogenannten ‚Beckenlinie' von erheblicher Bedeutung ist." — Am bestimmtesten von allen diesen Angaben ist immer noch die Schilderung des Preisturners und die Abbildung desselben, begleitet von den Bemerkungen über BRÜCKE. Sie sprechen in dem oben erörterten Sinne.

[2] JOESSEL-WALDEYER, Lehrbuch der topographisch-chirurgischen Anatomie, Teil. 2. 1899. S. 290.

linie zu sprechen. Von der Anschauung von Lebouco und Fritsch weicht Waldeyer sehr wesentlich ab: er erkennt auch an den antiken Statuen (abgebildet ist der Diadumenos) die Rectuslinie, als selbständige Linie innen von dem Inguinaldreieck, und bezeichnet den absteigenden Schenkel der Beckenlinie als Inguinalfurche, deren Verlauf jedoch nicht ganz richtig dargestellt sei. Bezüglich des lateralen horizontalen Schenkels bemerkt Waldeyer: „Ich habe stets den auffälligen queren oberen Schenkel als Ausdruck einer Muskelmarke angesehen, und zwar des Ueberganges des unteren vorderen Teiles des Muskelfleisches vom Obliquus externus abdominis in seine Sehnenfasern. Jüngst hat Lebouco (gegen Brücke's Meinung, der den in Rede stehenden Schenkel auf ein abnorm nach vorn sich erstreckendes Stück des Darmbeinkammes zurückführen wollte) dem Ausdruck gegeben, l. c., und Kollmann und Schwalbe haben sich in gleichem Sinne ausgesprochen." Hierzu ist nur zu bemerken, dass Brücke (Schönheit und Fehler etc. S. 106) nur den oberen Knickpunkt der Beckenlinie an die Stelle des vorderen oberen Darmbeinstachels verlegt, im übrigen aber sagt: „Niemals aber hat man an antiken Bildwerken in dem queren Aste unserer Linie den Verlauf des Darmbeinkammes selbst zu sehen, sondern den einer Einsenkung unterhalb desselben." Von Brücke's Anschauung scheint aber Waldeyer — wenn ich ihn recht verstehe — darin abzuweichen, dass er den oberen queren Schenkel über die Spina hinaus nach innen fortgesetzt annimmt; wie weit — ist nicht gesagt[1].

In der zweiten Auflage seiner plastischen Anatomie schildert Kollmann[2] die Beckenlinie, d. h. zunächst die des Lebenden, in der Weise, dass er an ihr unterscheidet (S. 349): 1. den Weichenwulst, und 2. die Leistenbeuge zwischen Scham und Spina. Die „Muskelecke" des Obliquus externus findet ebenfalls Erwähnung (dargestellt in der Muskelabbildung Fig. 172), und auch eine besondere „Bauchlinie", die von dieser Ecke aus nach abwärts verläuft. Von der Beckenlinie heisst es, dass sie an archaischen, an griechischen Bildwerken der Blüteperiode und an Werken römischer Kunst fast übereinstimmend sei, dass man aber „diesen, durch viele Jahrhunderte dargestellten Schnitt" nicht an jedem Modell finde, da das Fett der Haut und die Form des Beckens manchen Wechsel bedingen. Daraus glaube ich entnehmen zu dürfen, dass Kollmann seine früher in Basel geäusserte, Lebouco zustimmende Anschauung mittlerweile geändert hat und nunmehr die am Lebenden zu beobachtende Beckenlinie ihrem Wesen nach für identisch mit der antiken hält. Darin liegt aber ein sehr grosser Gegensatz zu der Auffassung, die in Basel zum Ausdruck kam und die nicht sowohl eine formale, graduelle, als vielmehr eine sachliche, wesentliche Verschiedenheit der modernen und der antiken Beckenlinie betonte. Leider hat Kollmann das nicht selbst ausgesprochen, wie er denn über-

[1] Ein Missverständnis ist es wohl, wenn Waldeyer die „Hypogastriumlinie" Lebouco's mit dem horizontal verlaufenden Sulcus pubicus identifiziert (S. 289). Nach der Darstellung Lebouco's kann kein Zweifel sein, dass Lebouco als Hypogastriumlinie zunächst den absteigenden Schenkel der antiken Beckenlinie, vielleicht zusammen mit dem mittleren horizontalen, gemeint hat, jedenfalls aber nicht den letzteren allein.

[2] Kollmann, J., Plastische Anatomie des menschlichen Körpers für Künstler und Freunde der Kunst. 2. Aufl. 1901.

haupt auf die Besonderheit der antiken Beckenlinie, auf den Umstand, dass dieselbe ein Problem darstelle, und auf die bisherige Behandlung desselben nicht eingeht.

Das sind die wesentlichsten der Anschauungen, die in den letzten Jahren über die antike Beckenlinie geäussert worden sind. Mit Ausnahme der Darstellung von BRÜCKE, der die Frage sehr ausführlich und gründlich behandelt und jedenfalls gar keinen Zweifel darüber lässt, wie er sich das Zustandekommen der antiken Beckenlinie denkt, lauten die Angaben vielfach unbestimmt und auseinandergehend. Die meisten sind nur einig in dem Verdikt, dass BRÜCKE das Wesen der antiken Beckenlinie nicht recht verstanden habe, sie betonen ausschliesslich die gut entwickelte Muskulatur als Vorbedingung für die Entstehung der Linie und abstrahieren von der Form des Beckens. Namentlich über die Frage, wo denn nun eigentlich der obere Knickpunkt der antiken Beckenlinie zu suchen sei, ist eine Klarheit bisher nicht erreicht. Diese Unklarheiten, zusammen mit dem Umstand, dass BRÜCKE doch nicht nur deutet, sondern auch zwei thatsächlich beobachtete Fälle von antikem Beckenschnitt wirklich beschreibt, und dass diese positiven Angaben denn doch nicht einfach ignoriert werden dürfen, veranlassten mich, die Sache noch einmal ganz objektiv zu prüfen. Das Ergebnis erlaube ich mir im Nachfolgenden darzustellen.

Fragen wir zunächst: Was hat die Antike in der „Beckenlinie" in den einzelnen Fällen dargestellt? — so scheint es mir selbstverständlich, dass diese Frage am Objekt selbst gestellt und am Objekt selbst beantwortet werden muss. Wenigstens muss versucht werden, ob nicht das Objekt selbst auf diese erste, kardinale Frage die Antwort giebt. Dann erst können die anderen Punkte erörtert werden, welche spezielle Bedingungen für das Zustandekommen der typischen fünfteiligen Beckenlinie massgebend sind, wieweit dieselbe heute noch an den modernen Menschen anzutreffen ist, und wieweit die speziell antike Darstellungsform derselben etwas Besonderes darbietet.

Was hat also die Antike in der fünfteiligen Beckenlinie dargestellt, wie müssen die einzelnen Punkte der letzteren lokalisiert werden? Das lässt sich aus einer ganzen Anzahl von Statuen unschwer erkennen; Bauch, Hüften, Beine bieten genug Oberflächenrelief, um eine anatomische Orientierung zu ermöglichen.

Ich möchte hier einige Statuen herausgreifen und behandeln, an denen die in Betracht kommenden Teile erkennbar genug sind, und die somit, meiner Ansicht nach, der anatomischen Analyse keine besonderen Schwierigkeiten machen. Zu Grunde lege ich dabei die Abgüsse der Sammlungen von Karlsruhe, Strassburg, Freiburg; ausserdem die BRUCKMANN'schen Photographieen.

Sehr klar in der uns interessierenden Körpergegend ist der Diomedes, der das Palladion wegträgt. (FURTWÄNGLER, Beschrei-

bung der Glyptothek, Nr. 304.) An ihm ist (Fig. 5) auf der rechten Seite die Plastik der Beckenumgebung sehr schön herausgearbeitet[1]. Die rechte Hüftgegend zeigt zunächst die tiefe Abflachung, die der Aponeurose des Glutaeus maximus entspricht, und die bekanntlich von der Antike meist sehr stark dargestellt worden ist. Auch hier am Diomedes lässt sie an Ausbildung nichts zu wünschen übrig. Davor findet sich, als für unsere Betrachtung ganz besonders wertvoll, der Wulst des Tensor fasciae latae und vor diesem eine dreieckige Grube, deren Spitze aufwärts gekehrt ist. Das ist das bekannte „Schenkelgrübchen", das durch die Divergenz des Tensor fasciae latae und des Sartorius zu stande kommt, und in dem der Anfang des M. rectus femoris liegt, bedeckt von dem Sehnenblatt, das zur Vertiefung der Grube beiträgt. Der Wulst vor diesem dreieckigen Grübchen muss also den Sartorius enthalten.

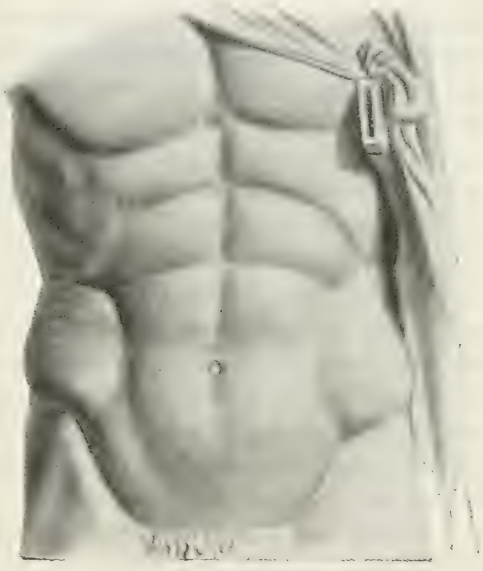


Fig. 5. Diomedes. (Wie Fig. 4.)

Der Tensor fasciae latae und der Sartorius, sowie das von beiden gebildete Schenkelgrübchen bieten sehr wichtige Anhaltspunkte zur Orientierung in der Hüftgegend. Beide stehen in Beziehung zur Spina iliaca anterior superior; der Sartorius entspringt in der Hauptsache von ihr, der Tensor wenigstens mit einem Teil seiner oberflächlichen Fasern[2]. Auf die sonstigen Beziehungen des Tensor, seine Ver-

[1] Ich halte mich hier an den Abguss der Freiburger Sammlung, nach dem auch die beifolgende Abbildung vervollständigt ist. Die Grundlage für die letztere hat die Bruckmann'sche Photographie, und zwar die nach dem Abguss hergestellte, abgegeben.

[2] Am Präparat kann man sich leicht davon überzeugen, dass, wenn man sich den hinteren Rand des Tensor nach oben bis zur Crista iliaca fortgesetzt denkt, man zu einer Stelle kommt, die etwa 3 cm hinter dem vordersten Punkt der Spina liegt. Das ist für die Lokalisierung der Spina im Auge zu behalten.

wachsung mit dem Glutaeus medius, seinen Ursprung von der Fascie des Glutaeus medius und von der vorderen Darmbeinkante unterhalb der Spina anterior mag hier nur kurz hingewiesen sein, ebenso wie darauf, dass der Sartorius wie der Tensor kurze Ursprungssehnen besitzen. Für das Verständnis des Reliefs der Hüftgegend werden auch diese Dinge von Wichtigkeit.

Jedenfalls wird sich, wo das Schenkelgrübchen deutlich ist, durch Verfolgung des Sartorius und des Tensor nach aufwärts die Lage der Spina iliaca anterior superior ziemlich genau bestimmen lassen. Dass sie (wenigstens beim ruhig stehenden Bein) nicht an der oberen Spitze des Schenkelgrübchens selbst zu suchen ist, dürfte auch bekannt sein, denn der Sartorius und der Tensor fasciae liegen mit ihren Anfangsteilen erst eine Strecke weit dicht neben einander, ehe sie divergieren. Das zeigt z. B. der WALDEYER-SCHÜTZ'sche Muskeltorso (besonders auf der linken, von der Fascie bedeckten Seite) sehr schön, — der überhaupt alle hier in Betracht kommenden Dinge gut illustriert.

Verfolgt man nun am Diomedes den Wulst des Tensor fasciae über das Schenkelgrübchen hinaus nach oben, so kommt man bald fast genau an den oberen Knickpunkt der Beckenlinie, der somit an der Spina iliaca anterior superior oder doch in deren nächster Nachbarschaft liegen muss. Ist das aber der Fall, so muss auch der absteigende Schenkel der Beckenlinie in der Hauptsache der Inguinalfurche entsprechen.

Ausser der Plastik der Hüftgegend ist die des Bauches selbst für die anatomische Orientierung von ausschlaggebender Bedeutung, und auch diese ist am Diomedes mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit erkennbar. Die Recti zeigen in ausserordentlich starker Ausprägung die Inscriptionen, und vom Obliquus abdominis externus ist die Grenze des Muskelfleisches gegen die Aponeurose gut verfolgbar. Eine deutliche Linie zieht auf der rechten Seite in einiger Entfernung von der Mittellinie vertikal herab und biegt dann in einem abgerundeten rechten Winkel nach aussen ab, nach dem oberen Knickpunkt der Beckenlinie hin. Dass diese Linie die erwähnte Grenze ist, kann wohl nicht fraglich sein; ich will sie der Kürze halber Obliquuslinie nennen. Das Feld nach aussen von ihr entspricht dem Muskelfleisch, innen von der Linie ist die Aponeurose des Muskels zu suchen. Der vertikale Schenkel der Obliquuslinie bildet nur eine schmale Furche („Seitenfurche"), da

innen von ihr bald wieder der Rectuswulst kommt. Die Umbiegungsecke aber und der horizontal nach aussen ziehende Schenkel sind nicht scharfgezogene schmale Linien, sondern bilden die Grenze des aussen und oben gelegenen Muskelwulstes gegen das innen und unten liegende flachere Aponeurosenfeld. Der Muskelwulst des Obliquus externus schliesst in der seitlichen Bauchregion nach unten mit dem Weichenwulst ab, dessen untere Begrenzungslinie somit ohne Unterbrechung nach innen zu verfolgen ist bis zu der abgerundeten Ecke, wo sie in die Seitenfurche, d. h. in die vertikale Richtung nach oben umbiegt.

Gegen die soeben gegebene Deutung des auf der rechten Seite des Diomedes dargestellten Reliefs dürfte sich wohl kaum ein Widerspruch erheben. Als „Muskelecke" des Obliquus externus kann dann aber wohl nur der abgerundete Winkel bezeichnet werden, in dem der vertikale Schenkel der Obliquuslinie in den horizontalen Schenkel nach aussen umbiegt. Diese vielgenannte „Muskelecke" liegt innen von dem oberen Knickpunkt der Beckenlinie. Aber noch mehr: Von der Stelle aus, wo die Obliquuslinie nach aussen abbiegt, geht noch eine besondere Linie nach abwärts, eine seichte Depression, die aber bald aufhört, noch bevor sie die Pubes erreicht. Sie ist die direkte Fortsetzung der Seitenfurche und geht somit auch nicht von der am meisten nach abwärts vordringenden Konvexität der Muskelecke, sondern etwas höher oben ab. Anatomisch ist sie nicht schwer zu erklären: sie bezeichnet die Grenze der dünneren lateralen Partie der Bauchwand gegenüber der festeren medialen durch den Rectus verstärkten, womit nicht gesagt ist, dass sie genau dem lateralen Rande des Rectus selbst entspräche. Zwischen dieser Linie (innen), dem Obliquuswulst (oben) und dem absteigenden Schenkel der Beckenlinie (aussen) bleibt ein dreieckiges Feld — dass es dem Trigonum inguinale entspricht, ist fraglos

Wir finden also ein Relief, das, wenn wir es von innen aus verfolgen, von dem der Unterbauchgegend moderner Menschen gar nicht wesentlich unterschieden ist. Die von der Muskelecke aus absteigende Linie zeigt auch der Fritsch'sche Preisturner[1], (dass bei ihm die „Muskelecke" weniger abgerundet ist, und daher die absteigende Linie noch ausgesprochener von der „Ecke" selbst abgeht, hängt offenbar von dem Kontraktionszustand der Bauchmuskeln ab); auch mehrere der Figuren auf den Tafeln XV, XVI, XVII

[1] S. oben die Litteratur-Uebersicht.

dieses Aufsatzes lassen die gleiche Linie erkennen, auf die ich später noch einmal zurückkomme.

Aus dem Gesagten folgt nun wohl ganz zwingend, dass der obere Knickpunkt der Beckenlinie in der Gegend der Spina iliaca anterior superior liegt, und dass der absteigende Schenkel der Linie in der Hauptsache der Inguinalfurche entsprechen muss.

Man könnte noch einwenden, dass die Dinge auf der linken Seite anders liegen, und dass hier der obere Knickpunkt der Beckenlinie mit der „Muskelecke" des Obliquus externus zusammenfällt. Dieser Einwand zeigt aber nur, dass „die Muskelecke" sehr wenig geeignet ist, um zur topographischen Orientierung zu dienen. Denn dass der obere Knickpunkt der Beckenlinie rechts wie links im wesentlichen an der gleichen Stelle liegt, wird doch wohl nicht zu bezweifeln sein; die Verschiedenheit zwischen rechts und links liegt nur in dem Verlauf der Obliquuslinie, die von der Gegend der untersten Rectus-Inskription aus direkter zu dem Knickpunkt der Beckenlinie hinzieht. Hierfür kann aber wieder leicht eine Erklärung gefunden werden in der Neigung des Beckens nach der linken Seite hin. Das bedingt einen tieferen Stand der Spina, somit eine grössere Dehnung der linken Bauchhälfte und Ausgleichung der eigentlichen „Muskelecke", ähnlich wie wir es an Leichen sehen, die mit unterstütztem Kreuz auf dem Rücken liegen[1].

Was hier am Diomedes so ganz besonders scharf in die Augen springt, lässt sich auch an vielen anderen Statuen, wenn auch in verschiedener Deutlichkeit, erkennen. So am Doryphoros des Polyklet (Fig. 6), der auch in Bezug auf die Verhältnisse von Stand- und Spielbein, Neigung der Wirbelsäule und Spannung der Bauchwandungen im wesentlichen dasselbe darbietet wie der Diomedes. Auf der rechten Seite sind der Tensor fasciae latae und das Schenkelgrübchen leicht bestimmbar, die Obliquuslinie und der abgerundete Winkel, in dem der vertikale und der horizontale Schenkel derselben in einander übergehen, sind deutlich, und auch die Fortsetzung der Seitenfurche gegen die Pubes hin ist erkennbar. Die

[1] Eine entsprechende Haltung wie der Diomedes zeigen bekanntlich noch viele antike Statuen: Senkung des Beckens nach der Seite des Spielbeins (das meist im Schritt zurückgezogen ist), und zugleich Neigung des Rumpfes in der Wirbelsäule nach der Seite des Standbeines hin. Dadurch muss die Rumpfwandung auf der Seite des Spielbeines gedehnt, die auf der Standbein-Seite zusammengeschoben werden, was sich meist durch einen scharfen Knick in der Höhe der zweiten Rectus-Inskription (Rumpfbeugungslinie) bemerkbar macht (Fig. 5).

Beckenlinie besitzt die typische fünfteilige Form; ihr oberer Knickpunkt liegt etwas medial von der Stelle des Weichenwulstes, zu der man kommt, wenn man den Tensorwulst nach oben verfolgt. Somit kann wohl auch hier kein Zweifel darüber herrschen, dass der obere Knickpunkt der Beckenlinie sich in nächster Nachbarschaft der Spina iliaca anterior superior befindet, aber lateral von der eigentlichen „Muskelecke". Der absteigende Linienschenkel muss dann wesentlich der Inguinalfurche entsprechen; das Dreieck zwischen dem absteigenden Schenkel der Beckenlinie (aussen), dem

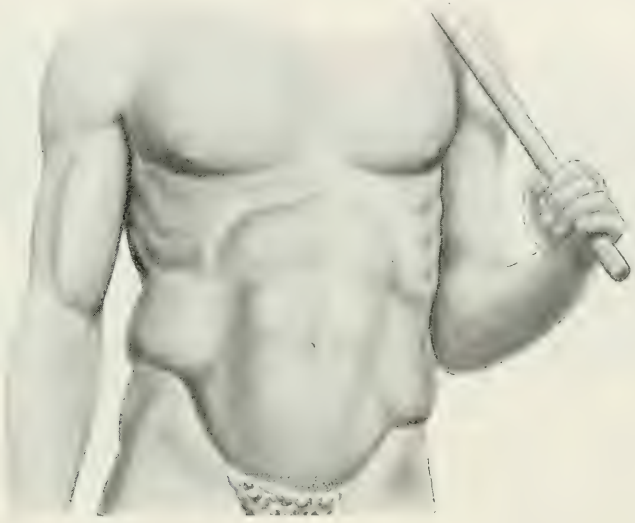


Fig. 6. Doryphoros des Polyclet. (Wie Fig. 4.)

Obliquus-Wulst (oben) und der unteren Verlängerung der Seitenfurche ist das Trigonum inguinale. Der horizontale mittlere Schenkel der Beckenlinie fällt mit dem oberen Rande der Pubes zusammen.

Ganz dasselbe zeigt der Diadumenos „Vaison" (an dem Abguss der Strassburger Sammlung). Auch hier konvergieren rechts der Tensor fasciae latae und der Sartorius, das Schenkelgrübchen zwischen sich fassend, gegen den oberen Knickpunkt der Beckenlinie hin, auch hier ist die Muskelecke deutlich, und eine besondere schwächere Linie, die von ihr aus absteigt. — Die Diadumenosfigur von Madrid kenne ich leider weder im Original noch im Abguss; nach der Abbildung bei Furtwängler[1] zu

[1] Furtwängler, Adolf, Meisterwerke der griechischen Plastik. Leipzig-Berlin 1893.

schliessen, muss sie ebenfalls sehr klar in der uns hier interessierenden Gegend sein. — Am Diadumenos Farnese schliesslich ist das Gleiche erkennbar (Fig. 4), wenn auch hier die Formen, namentlich der Verlauf der Beckenlinie selbst, etwas besonders Eckiges besitzen. Man beachte die beträchtliche Vorwölbung des Trigonum inguinale.

Es lässt sich noch eine grosse Menge Figuren aufzählen, bei denen die fraglichen Verhältnisse genügend klar erkennbar sind. Von dem sog. Dresdener Knaben, der dem Polyklet zu-

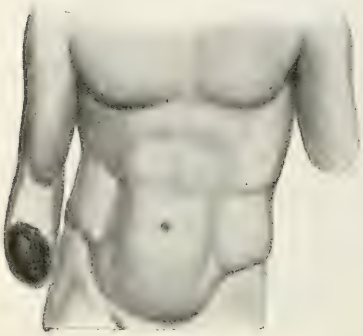


Fig. 7. Dresdener Knabe. Nach dem Atlas zu FURTWÄNGLER, Meisterwerke u. s. w.; mit Ergänzung nach dem Abguss der Freiburger Sammlung.

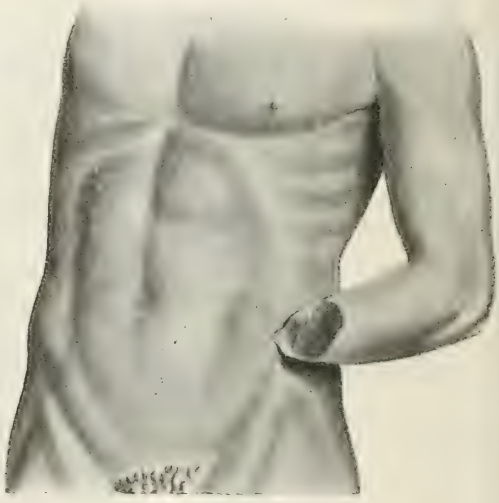


Fig. 8. Münchener Athlet. Nach der BRUCKMANN'schen Photographie.

geschrieben wird, gebe ich hier noch eine Abbildung (Fig. 7), weil die Figur von den oben genannten durch ihre mehr jugendlichen Formen etwas abweicht. Trotzdem muss die Deutung dieselbe bleiben. Den Münchener Athleten (FRIEDERICHS-WOLTERS[1], No. 462) kopiere ich hierneben (Fig. 8) nur nach der BRUCKMANN-schen Photographie, da die Freiburger Sammlung den Abguss nicht besitzt und somit eine etwaige weitere Ausführung nach einem solchen nicht möglich war. Die Photographie ist aber deutlich genug; und an dem Abguss der Strassburger Sammlung habe ich mir notiert: Tensor und Sartorius rechts und links deutlich, nach dem oberen Knickpunkt der Beckenlinie hin konvergierend; Schenkel-

[1] FRIEDERICHS, CARL, Die Gipsabgüsse antiker Bildwerke. Neu bearbeitet von PAUL WOLTERS. Berlin 1885.

grübchen deutlich. Um noch von Bildwerken der späteren Epoche ein Beispiel zu geben, kopiere ich die schöne Figur des Herakles Lansdowne, die bekanntlich dem Skopas zugeschrieben wird (Fig. 9). Auch hier springt der Tensor fasciae latae der rechten Seite deutlich in die Augen und führt in die Gegend des oberen Knickpunktes der Beckenlinie; die Obliquuslinie mit ihrer Ecke, die untere Verlängerung der Seitenfurche, das Trigonum inguinale — alles zeigt grosse Aehnlichkeit mit dem Verhalten am Doryphor, dem die Figur ja auch in der ganzen Haltung sehr ähnlich ist. Doch ist der mittlere horizontale Schenkel der Beckenlinie (c) etwas länger, und daher der Verlauf des absteigenden Linienschenkels (b) steiler als am Doryphor.

Es ist unnötig, noch mehr Figuren namhaft zu machen; wer grössere Sammlungen oder Bilderwerke zur Verfügung hat, wird noch viele auffinden, auf denen die Dinge prinzipiell ebenso liegen, wie auf den eben beschriebenen.

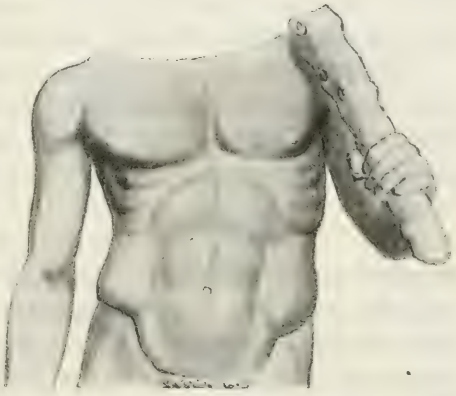


Fig. 9. Herakles Lansdowne. Unter Zugrundelegung der Abbildung bei A. Furtwängler, Meisterwerke u. s. w.; nach dem Abguss der Freiburger Sammlung ergänzt.

Aus einer grossen Anzahl antiker Statuen lässt sich also direkt ablesen, dass der obere Knickpunkt der Beckenlinie nicht der Muskelecke des Obliquus externus entsprechen kann, sondern dass er in der Gegend der Spina iliaca anterior superior liegen muss. Dann muss aber auch der absteigende Linienschenkel im wesentlichen als Inguinalfurche gedeutet werden. Inwieweit eine Verschiebung des oberen Knickpunktes in die Nachbarschaft der Spina vorkommt und wodurch sie bedingt ist, wird später, bei Betrachtung der Verhältnisse am Lebenden, zur Sprache kommen. — Immer aber handelt es sich dabei, wie schon hier betont sei, um Verschiebungen in die nächste Umgebung der Spina. Eine antike Statue, bei der der Weichenwulst wirklich bis zur „Muskelecke“ geführt ist, und dementsprechend der absteigende Linienschenkel mit Sicherheit nicht der Inguinalfurche, sondern einer erheblich weiter innen ver-

laufenden, von der „Muskelecke“ absteigenden Furche entspricht, soll erst noch nachgewiesen werden; allgemeinere Bedeutung würde ein solcher Nachweis aber nicht beanspruchen können.

Damit möchte ich vorerst die Betrachtung der Statuen unterbrechen; sie ist später wieder aufzunehmen und zu ergänzen.

Zunächst hat hier die Betrachtung am Lebenden zu folgen und die Besprechung der Frage, ob die „antike Beckenlinie“ oder eine ihr ähnliche Bildung auch bei den modernen Menschen vorkommt, und worin die Plastik der Unterbauchgegend bei den letzteren von der der antiken Statuen abweicht.

BRÜCKE hat sich, wie oben ausgeführt wurde, dahin geäussert, dass der „typische Beckenschnitt“ heutzutage thatsächlich noch gefunden werde, nicht gerade häufig, aber in Ausnahmefällen; und er schildert den Befund an zwei Venezianern, die jene Besonderheit besassen.

Um mir selbst eine etwas ausgedehntere Uebersicht darüber zu verschaffen, habe ich, mit der freundlichen Erlaubnis der Militärbehörde, von dem hier garnisonierenden 113. Infanterie-Regiment 220 kräftige Leute in Bezug auf die Bauchplastik untersucht. Ausserdem waren einige Mitglieder des Freiburger Athletenvereins so gefällig, sich mir zur Untersuchung zu stellen; die Photographie des einen derselben gebe ich in den Fig. 8 und 9 auf Taf. XVI. Und schliesslich konnte ich noch kürzlich an zwei Mitgliedern der Athletentruppe „Laares“ die fraglichen Verhältnisse untersuchen.

Der Gesamteindruck, den ich von diesen Untersuchungen hatte, war der, dass das allgemeine Bild der typischen antiken Beckenlinie sich bei kräftigen jugendlichen Gestalten gar nicht so selten zeigt. Das soll heissen: dass das aus geringer Entfernung betrachtende Auge gar nicht so selten den Eindruck einer einheitlichen fünfteiligen Linie erhält, die sofort die Erinnerung an die „antike“ Beckenlinie wachruft. Ich gebe auf den Tafeln XV, XVI, XVII eine Anzahl Photographieen, die das, wenn auch allerdings nicht immer in der Schärfe, wie es in natura sichtbar war, zeigen. Die Photographieen Fig. 4—10 sind von Herrn Hofphotograph KEMPKE-Freiburg aufgenommen worden; ich habe auf den Kopieen Fig. 4—7 die rechte Seite abgedeckt, da dieselbe zu stark belichtet gewesen, und somit das Relief nicht deutlich erkennbar war. Es ist aber für den Beschauer wohl nicht schwer, sich das Bild auf der rechten

Seite nach den Verhältnissen der linken zu ergänzen. Die Photographieen Fig. 11 und 12 verdanke ich der Freundlichkeit von Herrn Otto Ammon-Karlsruhe.

Legt man sich, unter Vergleich mit den Gestalten, die jenen Eindruck der fünfteiligen Beckenlinie nicht erwecken, Rechenschaft ab über die Momente, die hierbei in Frage kommen, so sind es zwei: 1. es muss ein oberer Knickpunkt vorhanden sein, und 2. das Auge muss durch irgendwelche Momente von einer Seite auf die andere geleitet werden, d. h. es muss den Eindruck einer einheitlichen Linie erhalten.

Für das Zustandekommen des oberen Knickpunktes ist Vorbedingung, dass ein Weichenwulst vorhanden ist, dessen untere Begrenzung horizontal verläuft oder doch erheblich weniger geneigt, als die Inguinalfurche. Dann bilden eben die beiden Linien einen Winkel mit einander. Fehlt ein solcher Wulst, so dass die absteigende Richtung des vordersten Endes der Crista iliaca deutlich wird, so fällt auch die Bedingung für das Zustandekommen des Knickpunktes fort.

Die Verschiedenheiten, die man beobachtet, wenn man die fragliche Gegend bei einer grösseren Anzahl von Männern untersucht, sind nicht unbeträchtlich. Das Bild der „antiken" Beckenlinie wurde am deutlichsten bei guter Muskulatur, nicht zu geringem Panniculus adiposus, besonders aber, wenn am Becken die Distantia cristarum die Distantia spinarum bedeutend überwog. Unter diesen Umständen war viel konstanter ein gut ausgebildeter Weichenwulst vorhanden, und es liess sich leicht die bekannte Thatsache bestätigen, dass die höchste Erhebung des Darmbeinkammes in dem Weichenwulst versteckt liegt, dass also die untere Begrenzungslinie des Weichenwulstes (die den lateralen Schenkel der antiken Beckenlinie abgiebt) erheblich unterhalb der Höhe des Darmbeinkammes verläuft, wie das Brücke schon gegenüber Langer festgestellt hatte. Der obere Knickpunkt der Beckenlinie entsprach stets der Spina iliaca anterior superior oder deren nächster Umgebung, d. h. bei ruhigem Stehen, wenn der Bauch nicht besonders eingezogen war. Der tastende Finger stösst also in der Tiefe des oberen Knickpunktes auf knöchernen Widerstand. Nicht immer fällt der obere Knickpunkt der Beckenlinie mit der vordersten Spitze der Spina zusammen, sondern liegt etwas darüber und einwärts davon. Hierauf komme ich noch zurück. Der absteigende Schenkel der Beckenlinie entsprach stets der Inguinalfurche.

Auch die „Muskelecke“ des Obliquus externus ist am Lebenden gar nicht selten zu beobachten (Fig. 3, 4, 5 auf Taf. XV, Fig. 6, 7 und 9 auf Taf. XVI). Da sie bei der Betrachtung der antiken Beckenlinie eine Rolle gespielt hat, so ist es notwendig, ihre Erscheinung am Lebenden etwas genauer ins Auge zu fassen. Man findet dabei, dass sie sich nicht immer in gleicher Weise verhält. Eine sehr deutliche und scharfe wirkliche Ecke pflegt sich bei Einziehung des Bauches zu bilden (z. B. Fig. 9 und 10 auf Taf. II). Es geht alsdann die Seitenfurche etwas unterhalb der Höhe des Nabels unter rechtem Winkel in den horizontalen Schenkel der Obliquuslinie über, und wenn dann, wie häufig, auch noch die Fortsetzung der Seitenfurche (von der Muskelecke aus gegen die Pubes) erkennbar ist (Fig. 10 auf Taf. XVI), so ist das Trigonum inguinale schön begrenzt: aussen durch die Inguinalfurche, innen durch die untere Fortsetzung der Seitenfurche, oben durch den horizontalen Schenkel der Obliquuslinie. Das zeigt z. B. auch der FRITSCH'sche Preisturner ausgezeichnet. Erschlafft dann die Bauchmuskulatur, so ändert sich das Bild. Die Seitenfurche kann erkennbar bleiben (z. B. Fig. 6 auf Taf. XVI), aber ein scharfer Winkel ist an der früheren Stelle nicht mehr vorhanden, sondern die Seitenfurche geht nun mit einer nach unten und innen konvexen Krümmung in den horizontalen Schenkel der Obliquuslinie über und läuft so gegen den Darmbeinkamm hin aus[1]. Der Obliquuswulst springt gegen das Trigonum inguinale vor. KOLLMANN giebt in Fig. 28 (S. 52) seines Lehrbuches die Abbildung eines prächtigen muskulösen Mannes mit leicht kontrahierten Bauchmuskeln, wo ebenfalls der vertikale Schenkel der Obliquuslinie unter schöner Abrundung in den horizontalen Schenkel übergeht. Will man hier noch von einer „Muskelecke“ reden, so kann mit diesem Namen wohl nur der am meisten medialabwärts vorspringende Punkt der gekrümmten Linie bezeichnet werden, der immer noch recht erheblich medial von der Spina iliaca anterior superior liegt.

Manchmal verläuft die Obliquuslinie auch von der Seitenfurche aus ganz allmählich nach aussen und abwärts gegen den Darmbeinkamm hin, so dass erst in der Gegend der Spina eine eigentliche

[1] Auf den von vorn aufgenommenen Photographieen (z. B. Fig. 6 auf Taf. XVI) ist die Grenze des Obliquuswulstes gegen das Trigonum inguinale nicht sehr deutlich; sie wird es dagegen auf Profilansichten. Bei Betrachtung der antiken Statuen geht es Einem oft ebenso, auch hier muss man gelegentlich den Standpunkt wechseln.

Ecke, d. h. eine Umbiegung der Linie in die ausgesprochen horizontale Richtung entsteht.

Das sind die gleichen Verschiedenheiten, die auch schon bei der Betrachtung der antiken Statuen erwähnt wurden; sie bekräftigen die schon gemachte Bemerkung, dass die Bezeichnung „Muskelecke" recht unbestimmt und besser zu vermeiden ist. Soll aber von den drei Linien, die in dieser Gegend bei kräftigen muskulösen Männern unterscheidbar sind, und die die drei Begrenzungslinien des Trigonum inguinale bilden, eine als von der „Muskelecke" ausgehend bezeichnet werden, so kann damit wohl nur die mediale Linie, d. h. die untere Verlängerung der Seitenfurche, gemeint sein, die je nach dem Kontraktionszustand der Muskeln, vielleicht auch etwas nach dem individuellen Verhalten des Obliquus externus, bald mehr von einer wirklichen Ecke (wie bei dem Fritsch'schen Preisturner), bald mehr oberhalb des vorspringendsten Punktes der bogenförmigen Obliquuslinie abgeht. Es ist das denn wohl auch die Linie, die Leboucq als Hypogastriumlinie bezeichnet hat (s. oben S. 8 [182])[1].

Die Betrachtung der Leiche giebt von dieser Gegend häufig ein anderes Bild: die Muskelecke ist entweder ganz ausgeglichen oder viel weiter nach aussen verlagert, dem Darmbeinkamm genähert. Daran ist wohl meist nur die Rückenlage der Leiche schuld, die die Eingeweide nach hinten sinken lässt, vielfach auch die Bauchwand stark dehnt. Dadurch wird der Bauch abgeflacht und verbreitert, der Obliquus verzerrt. Doch mögen auch individuelle Verschiedenheiten in Betracht kommen. In den Lehrbüchern und Atlanten findet sich häufig die Obliquuslinie ohne oder mit einem stumpfen und weit aussen gelagerten Knick — ein Verhalten, das wohl meist als nicht korrigierter Leichenzustand aufzufassen ist. Eine sehr gute Darstellung ist die im Atlas von Spalteholz (Fig. 317). Ebenso sehr instruktiv ist der Waldeyer-Schütz'sche Muskeltorso, auch die Abbildung Fig. 172 im Kollmann'schen Lehrbuch. Bei kräftiger Ausbildung der Bauchmuskulatur finden sich starke Sehnenfasern (die obersten Fibrae intercrurales) oberflächlich der Aponeurose des Obliquus externus eingewebt, die vom

[1] Ich würde es lebhaft bedauern, wenn ich Leboucq etwa missverstanden hätte; nach seiner Darstellung kann ich aber nicht anders als annehmen, dass er mit der „Hypogastriumlinie" die untere Verlängerung der Seitenfurche meint. Das folgt aus der Angabe, dass diese Linie das Trigonum inguinale begrenzen, zugleich aber von der Inguinalfurche verschieden sein soll.

Darmbeinkamm (hinter und über der Spina) ausgehend in schönen, nach abwärts und innen konvexen Bogen die Muskelecke umkreisen und medial vom Obliquus und lateral vom Rektus cranialwärts ausstrahlen oder mit umgekehrter, d. h. nach abwärts konkaver Krümmung auf das vordere Blatt der Rektusscheide sich fortsetzen. Die obersten laufen fast genau auf der Grenze des Muskelfleisches gegen die Aponeurose. Ihre Ausbildung wird sicherlich auch von Einfluss auf die Form der Obliquuslinie sein. —

Ueber den horizontalen mittleren Schenkel der Beckenlinie ist nur wenig zu sagen. Die oben genannte Forderung, dass das Auge des Betrachtenden durch irgendwelche Momente von einer Seite auf die andere geleitet werde, wird häufig nur durch die Behaarung der Pubes erfüllt, ganz wie das auch BRÜCKE für eine Anzahl von Antiken feststellt. Nicht unwichtig ist dafür, dass die Schambehaarung nach den Seiten hin sehr ausgedehnt ist, so dass sie die Inguinalfurche überschreitet und damit unterbricht. Dann folgt eben das Auge dem oberen Begrenzungsrand der Behaarung auf die andere Seite.

Manchmal ist auch ein wirklicher Sulcus (S. pubicus) vorhanden. Ich halte es für möglich, dass für sein Zustandekommen die unteren Fibrae intercrurales der Obliquus-Aponeurose von Bedeutung sind. Bei muskelkräftigen Individuen, wo diese Fibrae stark ausgebildet sind, gewährt manchmal schon das Muskelpräparat, von der Spina iliaca anterior superior an, das typische Bild der dreiteiligen Linie: der absteigende Schenkel jeder Seite (Lig. inguinale) geht unter abgerundetem Winkel in den horizontalen, durch die untersten Fibrae intercrurales gebildeten Schenkel über.

Bei Kontraktion der Bauchmuskeln markiert sich der mittlere horizontale Schenkel der Beckenlinie oft deutlicher; manchmal beobachtet man dabei, dass zwar von jeder Seite her eine Furche, vom Leistenbande ausgehend, nach innen zu einschneidet, die beiderseitigen aber nicht in der Mittellinie zur Vereinigung kommen. — Dass auch der Obliquus internus und der Transversus am Zustandekommen des mittleren Horizontalschenkels der Beckenlinie beteiligt sind, ist vielleicht nicht völlig auszuschliessen.

Dass das Auge in anderer Richtung geleitet wird: von der Gegend der Spina iliaca anterior superior längs der Inguinalfurche und an den medialen Umfang des Oberschenkels (entsprechend dem Sulcus genitofemoralis) kann durch verschiedene Bedingungen und unter verschiedenen Umständen erreicht werden. Es ist das gewöhn-

liche Verhalten bei sehr jugendlichem puerilen Habitus, wo die Behaarung der Pubes fehlt und ein Sulcus pubicus ebenfalls nicht vorhanden ist. So zeigt es die Fig. 1 auf Taf. XV. Der Vergleich dieser Figur mit der daneben befindlichen Fig. 2 derselben Tafel (ich verdanke beide der Freundlichkeit von Herrn O. Ammon-Karlsruhe) ist recht interessant, da beide Figuren denselben jungen Menschen, aber in verschiedenen Lebensaltern, darstellen. Im Stadium der Fig. 2 (Alter von 17 J. 3 Mon.) sind die Formen ganz andere geworden als in dem der Fig. 1 (15 J. 3 Mon.): die Beckenlinie macht nun den Eindruck einer einheitlichen Linie, während früher die beiden Inguinalfurchen selbständig waren und sich nur in die Genitofemoralfurchen fortsetzten.

Aber auch später, nach Vollendung der Ausbildung des Körpers, kommt häufig der Eindruck der einheitlichen Beckenlinie nicht zustande, weil das Auge stets von beiden Inguinalfurchen aus an den medialen Umfang der Oberschenkel geleitet wird. Das ist besonders abhängig von dem Verhalten der Pubes und findet sich dann, wenn die Behaarung derselben nach den Seiten hin nicht sehr ausgedehnt ist, so dass sie die Inguinalfurche nicht oder gerade noch erreicht. Auch aus der antiken Plastik lassen sich Beispiele für dieses Verhalten anführen (Aegineten).

Der Sulcus genitofemoralis pflegt bei unseren erwachsenen Männern meist verdeckt zu sein.

Diese Beobachtungen am Lebenden sind ohne weiteres für die Betrachtung der antiken Statuen verwendbar. Die oben (S. 13 [187] u. ff.) namhaft gemachten zeigen alle den Zustand einer zwar kräftigen und straffen, aber augenblicklich nicht besonders stark kontrahierten Bauchmuskulatur, und so springt die Muskelecke als Wulst gegen das Trigonum inguinale vor. Als mediale Begrenzung dieses Trigonum findet sich häufig die Fortsetzung der Seitenfurche in einer Form, die im wesentlichen durchaus der beim Lebenden zu beobachtenden gleicht. Es ist danach ganz unmöglich, zu glauben, dass der absteigende Schenkel der antiken Beckenlinie etwa die untere Verlängerung der Seitenfurche sei, die wir am Lebenden beobachten. Der absteigende Schenkel der Beckenlinie muss vielmehr auch an den antiken Statuen im wesentlichen die Inguinalfurche sein.

Um nun die eigentümliche Lage, die der obere Knickpunkt an den antiken Statuen hat, und den dadurch bedingten steilen Verlauf der Inguinalfurche bei denselben zu erklären, bliebe dann zunächst am Lebenden die Frage zu untersuchen, ob durch irgendwelche

Momente eine Verschiebung des oberen Knickpunktes, wenn auch nicht gleich bis an die Seitenfurche, so doch in die nähere Nachbarschaft der Spina erfolgen kann. In der Litteraturübersicht fand bereits Erwähnung, dass WALDEYER offenbar eine solche Erklärung der antiken Beckenlinie im Auge gehabt habe.

Leicht zu beobachten ist am Lebenden eine Verschiebung des oberen Knickpunktes der Beckenlinie nach oben, über das Niveau der Spina hinaus. Man sieht das besonders bei fettarmen Gestalten, namentlich wenn der Oberkörper stark aufgerichtet, der Bauch eingezogen und der Thorax gehoben wird. Dann zieht sich der Obliquuswulst nach oben hin zurück, der vorderste Teil des Darmbeinkammes wird frei, und die Spina springt wirklich als ein leichter Höcker vor. Die Inguinalfurche steigt dann medial neben der Spina weiter aufwärts bis zu dem Obliquuswulst und macht mit diesem nun naturgemäss einen kleineren, einem Rechten näherkommenden Winkel als vorher. (So auf der Photographie Fig. 10 auf Taf. XVI; und auch auf dem von FRITSCH abgebildeten Preisturner auf der rechten Seite.) Die Erklärung für diese Erscheinung liegt in der bekannten Thatsache, dass die Sehnenfasern, mit denen der Obliquus externus am Darmbeinkamm inseriert, gegen die Spina hin etwas länger werden (an der Spina selbst sind sie etwa 2—3 cm lang), dass also die Obliquuslinie gar nicht an die Spina, sondern an einen hinter, resp. aussen von derselben gelegenen Punkt ausläuft. Kontrahiert sich der Obliquus externus stark, so macht sich der Unterschied zwischen Muskelwulst und Insertionssehne wie an anderen Stellen geltend, der Wulst entfernt sich von dem Darmbeinkamm, und die Aponeurosenfasern, die medial von der Spina an das Leistenband gehen, bewirken eine Verlängerung der Inguinalfurche nach oben hin. Dadurch wird der obere Knickpunkt der Beckenlinie etwas von der Spina entfernt, aber nicht eigentlich nach innen, sondern nach oben hin.

Eine geringe Verschiebung des oberen Knickpunktes nach einwärts von der Spina wird am Lebenden ebenfalls manchmal beobachtet und erklärt sich auch aus dem Verhalten der Aponeurosenfasern des Obliquus externus zum Leistenbande. Denn die Fasern, die zum oberen Ende des Leistenbandes gehen, müssen ja medial von der Spina vorbeilaufen[1]. Sind diese nun sehr kräftig (vielleicht

[1] HENKE (Topographische Anatomie 1884, S. 288) hebt dies Verhalten ganz zutreffend hervor: „So entsteht das sog. Poupart'sche Band, welches daher eigentlich kein Band ist, d. h. nicht aus Fasern besteht, die mit beiden Enden

spielt hierbei auch das Einstrahlen der Sehnenfasern des Sartorius in den äussersten Teil des Ligamentes eine Rolle), so kann wohl auch noch die mediale Nachbarschaft der Spina am Lebenden vertieft bleiben und sich so gegen die dünne Partie der Bauchwand, die sich als Trigonum inguinale vorwölbt, absetzen. Es kommt dazu, dass manchmal das Gebiet der Spina besonders verbreitert ist, und zwar nach innen hin. Da nun die Ansatzlinie des Obliquus externus den vordersten Teil der Crista iliaca so überschreitet, dass sie sich nach vorn hin etwas mehr medialwärts wendet, so muss auch dadurch bei straffer Muskulatur die Umbiegungsstelle der Beckenlinie sich von der vordersten Spitze der Spina etwas nach oben und innen entfernen, diese Spitze selbst aber frei werden, um so mehr, als sie ja selbst wieder, wie bekannt, häufig etwas nach aussen gekehrt ist. Ob man auch in diesem Falle den Knickpunkt der Beckenlinie als „an der Spina" gelegen bezeichnet, wird wesentlich davon abhängen, was der Einzelne als Spina bezeichnet, den ganzen vorderen Höcker, oder nur die vorderste Spitze der Crista. Eine Norm besteht dafür bisher nicht, doch neigt sich der allgemeine Sprachgebrauch wohl mehr dahin, den ganzen vorderen Höcker Spina zu nennen. Worauf es mir einzig und allein ankommt, ist, dass ich am Lebenden auch bei sehr guter Entwicklung der Bauchmuskulatur stets an der Stelle des Knickpunktes der Beckenlinie noch knöchernen Widerstand gefühlt habe, dass also der Knickpunkt immer noch im Bereich der Crista iliaca lag. Das war selbst bei den beiden Berufsathleten der Truppe „Laares" der Fall, die in Bezug auf Ausbildung der Bauchmuskulatur alles übertreffen, was ich jemals in dieser Hinsicht gesehen habe. Die Rectus-Inskriptionen z. B. waren bei ihnen so stark ausgeprägt, dass ein Künstler, der sie nachbilden würde, möglicherweise den Vorwurf zu hören bekäme, ganz schematisch die „unnatürliche" Felderung des Bauches mancher antiken Statuen nachgeahmt zu haben.

---

an den beiden Knochenecken festsitzen, die den Rand der Bauchdecken begrenzen, oben an der Spina ilei, unten am Tuberculum pubis. Denn die Fasern, welche auf der Linie zwischen diesen beiden Punkten dem Rande der Bauchdecken entlang laufen, sitzen zwar allerdings unten am Tuberculum pubis fest, aber nicht oben an der Spina ilei; sondern hier gehen sie vielmehr an ihr vorbei aus dem Muskel hervor und hängen nur dadurch mittelbar oder collateral an ihr an, dass die nächstanschliessenden Teile des Muskels rückwärts am Darmbeine sich inserieren." — Die hier angestellte Ueberlegung scheint auch Waldeyer im Sinne gehabt zu haben. Dagegen kann ich, wie wiederholt bemerkt, Lebouq's Bemerkungen nicht in diesem Sinne deuten und ebensowenig die von Fritsch.

Dass gute straffe Muskulatur und kräftige Aponeurosen einen Einfluss auf die Form der Beckenlinie besitzen, will ich somit durchaus nicht etwa in Abrede stellen. Bei straffer Muskulatur kann sich das Trigonum inguinale weniger nach unten senken, das Leistenband als Ganzes wird mehr gehoben, sein aufsteigender lateraler Teil erhält eine steilere Richtung und wird etwas nach einwärts von der Spina abgelenkt. Das zeigt sich bei muskelkräftigen Leichen schon am Präparat, selbstverständlich bevor das Leistenband aus seinen Verbindungen gelöst, und seine natürliche geschwungene Verlaufsrichtung künstlich in eine mehr geradlinige verwandelt wurde. Es wurde bereits oben gesagt, dass gelegentlich schon das Präparat den allgemeinen Eindruck der antiken Beckenlinie in Erinnerung ruft.

Zweifellos sind diese Betrachtungen für das Verständnis der antiken Beckenlinie von Bedeutung. Mit einer guten straffen Muskulatur müssen wir bei den antiken Athletenfiguren rechnen; der horizontale oder fast horizontale Verlauf des lateralen Schenkels der Beckenlinie zeigt zudem ohne weiteres, dass dieser Schenkel nicht parallel dem vordersten Teil der Crista iliaca verlaufen kann (der ja natürlich immer eine absteigende Verlaufsrichtung besitzt), sondern ihn kreuzt. Wieweit dadurch der obere Knickpunkt von der Spina entfernt wird, kann natürlich nur von Fall zu Fall, d. h. für jede Figur besonders entschieden werden.

Für eine beträchtliche und deutliche Verschiebung des Knickpunktes nach oben von der Spina bietet ein schönes Beispiel die Marmorstatuette eines tanzenden Satyr, die A. FURTWÄNGLER beschreibt und abbildet[1]. Der Oberkörper der Figur ist nach links geneigt und gleichzeitig nach links gedreht; der rechte Arm war hoch erhoben. Das alles bedingt natürlich eine starke Dehnung der rechten Hälfte der Rumpfwand. Infolgedessen tritt rechts die Spina hervor, und man erkennt deutlich, wie sich der Obliquus externus resp. der Weichenwulst von dem vordersten Teil der Crista iliaca nach oben zurückgezogen hat. A. FURTWÄNGLER erwähnt in Anm. 2

[1] FURTWÄNGLER, A., Der Satyr aus Pergamon. Vierzigstes Programm zum Winckelmannsfeste der archäologischen Gesellschaft zu Berlin. Mit 3 Taf. Berlin 1880. — Ich meine die zweite der dort beschriebenen Figuren (Abbildung auf Taf. II); auf der Abbildung der an erster Stelle beschriebenen Bronze-Statuette, die nach F.'s Darstellung dasselbe zeigt, ist das nicht so deutlich erkennbar. — Ich muss mich an die Abbildung und Beschreibung halten, da ich zur Zeit ausser Stande bin, das in Berlin befindliche Original aufzusuchen.

das selbständige Hervortreten des vordersten Teiles des Darmbeinkammes als eine Eigenheit der hellenistischen Kunst; im vorliegenden Falle ist diese Modellierung anatomisch gut begründbar und ein Zeichen für die scharfe Beobachtung und das Formverständnis des Künstlers.

Hier, und wahrscheinlich noch bei manchen anderen Figuren, liegt also in der starken Dehnung der Bauchwand auf der einen Seite der Grund für eine beträchtlichere Verschiebung des oberen Knickpunktes der Beckenlinie nach oben hin.

Das kommt für die ruhig dastehenden oder in ruhiger Schrittbewegung dargestellten Figuren aber nicht in Betracht. Hier würde jede Verschiebung des Knickpunktes nur auf den allgemeinen straffen Zustand, den Tonus der Muskulatur zurückgeführt werden müssen. Gewiss darf man denselben sehr hoch veranschlagen. Andererseits ist aber doch auch nicht zu vergessen, dass beim aufrecht stehenden Menschen die Verhältnisse denn doch noch andere sind als am Muskelpräparat, das ja freilich die Entfernung der Obliquusmuskelfasern vom vordersten Teile der Crista iliaca sehr deutlich zeigt und zu einer besonders hohen Bewertung dieses Verhaltens auffordert. Am Lebenden kommt die bedeckende Haut mit dem Fett hinzu, die den Weichenwulst verstärken und weiter über den Darmbeinkamm, selbst über das Labium externum der Crista hinweg, nach abwärts überhängen lassen. Und ferner drängen beim aufrecht Stehenden die Eingeweide gegen die Bauchwand an und werden dieselbe, selbst wenn sie sehr resistent ist, ein wenig nach abwärts sinken lassen. Dadurch muss naturgemäss der Knickpunkt wieder mehr an die Spina selbst herangebracht werden.

Bei den oben (S. 13 [187] u. ff.) genannten Figuren ist nun nicht nur keine Dehnung, sondern auf der Standbeinseite sogar eine Einsenkung der Rumpfwand vorhanden, und das ganze Relief der Hüftgegend weist darauf hin, dass der obere Knickpunkt der Beckenlinie in nächster Nachbarschaft der Spina liegt. Am Diomedes kann vielleicht eine leichte wellige Erhebung oberhalb der Spitze des Schenkelgrübchens der rechten Seite direkt als vorderste Spitze der Spina aufgefasst werden.

Für einige weitere Figuren hat Salvage[1] auf Taf. XX seines berühmten Fechterwerkes das Verhalten des oberen Endes der Beckenlinie zur Spina iliaca in Umrisszeichnungen dargestellt.

[1] Salvage, Jean-Galbert, Anatomie du gladiateur combattant, applicable aux beaux arts. Paris 1812.

Mit dem bisher Gesagten ist meines Erachtens die Bedeutung der straffen Muskulatur und der guten Fettpolsterung der Weichen für das Zustandekommen der antiken Beckenlinie erschöpft. Der mehr horizontale, von der Verlaufsrichtung der Crista iliaca abweichende oder diese kreuzende Verlauf des seitlichen Schenkels der Linie und der einem Rechten sich nähernde Winkel am oberen Knickpunkt werden dadurch verständlich, auch kann eine geringe dadurch bewirkte Verschiebung des oberen Knickpunktes nach oben und innen von der Spitze der Spina zugegeben werden. Meines Erachtens reicht das aber alles nicht aus, um die spezifische Form der antiken Beckenlinie zu bedingen. Es muss, und damit komme ich zu dem Schluss, auf dessen Betonung mir besonders viel ankommt, auch noch eine besondere Form des Beckens hinzukommen: die antike Beckenlinie in ihrer spezifischen Form kann sich nicht (wie das die Konsequenz der Anschauung LEBOUCQ's sein würde) an jedem beliebigen Becken bilden.

Dass aber ein solcher Einfluss der Beckenform thatsächlich vorhanden ist, wird schon durch eine Beobachtung am Lebenden sehr wahrscheinlich, die oben kurz berührt wurde: dass nämlich bei grossem Unterschied zwischen der Distantia spinarum und der Distantia cristarum auch der Weichenwulst besser entwickelt und somit ein oberer Knickpunkt der Beckenlinie überhaupt mit grösserer Konstanz vorhanden zu sein pflegt, während, wenn jener Unterschied gering ist, auch der Weichenwulst meist schlechter entwickelt ist, und ein oberer Knickpunkt fehlt, weil die Inguinalfurche die nach vorn abfallende Richtung des vordersten Endes der Crista iliaca (das alsdann deutlicher sichtbar ist) direkt fortsetzt.

Ich habe hier als Distantia cristarum die weiteste Entfernung der beiden Cristae iliacae von einander, und zwar unter dem Weichenwulste, gemessen, als Distantia spinarum den Abstand der innersten Punkte beider Spinae von einander. Hierauf komme ich noch zurück. Die thatsächlich gefundenen Maasse waren:

	Dist. spin.	Dist. crist.
bei dem Modell Fig. 4 auf Taf. I:	26 cm	29,3 cm
„ „ „ Fig. 5 „ „ I:	25,5 „	30,6 „
„ „ „ Fig. 6 „ „ II:	24,9 „	29,8 „
„ „ „ Fig. 7 „ „ II:	23,7 „	29,2 „
„ „ „ Fig. 8 u. 9 „ II:	25,6 „	29,5 „
bei dem von BRÜCKE untersuchten Venezianer:	25 „	31,8 „

Das sind recht beträchtliche Differenzen, grösser als im allgemeinen die Lehrbücher anzugeben pflegen. Allerdings muss man beachten, dass die Maasse nicht ohne weiteres auf das knöcherne Becken übertragbar sind. Der variable Faktor der bedeckenden Haut kommt, bei der oben genannten Wahl der Messpunkte, nur für die Distantia cristarum als maassvergrösserndes Moment, nicht aber für die Distantia spinarum in Frage, da die Spinae vorn unter der Haut liegen. Aber auch wenn man dies in Rücksicht zieht, bleiben die Zahlen immer noch bemerkenswert und fordern zu einer genaueren Betrachtung des Beckens auf, und zugleich zur Erörterung der Frage, wie jener oben genannte Zusammenhang zu erklären ist. Es scheint mir dabei folgendes von Wichtigkeit zu sein.

Bekanntlich stellte Brücke zuerst fest, dass der Darmbeinkamm in dem Weichenwulste verborgen liegt, dessen untere Begrenzung (d. i. der seitliche Schenkel der Beckenlinie) somit unterhalb der Höhe des Darmbeinkammes und in ganz anderer Richtung (viel mehr horizontal als jener) verläuft. Anatomisch ist das nach Brücke wesentlich begründet in der Fettablagerung auf den Weichen. Es kommt dazu aber als ein ferneres sehr wichtiges Moment der Umstand, dass der Obliquus externus an dem Labium externum der Crista iliaca ansetzt, das tiefer liegt als die Linea intermedia[1]. So reicht der Muskel eben über die höchste Erhebung des Darmbeinkammes hinweg nach abwärts, wie das Kollmann durch eine Querschnittsabbildung veranschaulicht. Durchmustert man nun eine grössere Anzahl von knöchernen Becken, so findet man in dem Verhalten des Labium externum der Crista iliaca grosse Verschiedenheiten, speziell bezüglich der Verdickung, die Waldeyer[2] als Tuber glutaeum anterius bezeichnet.

Es ist das eine ca. 7 cm hinter der Spitze der Spina gelegene Wulstbildung der Crista, die aber nur das Gebiet zwischen der Linea intermedia und dem Labium externum betrifft. Das Labium externum zieht hier durchaus nicht parallel zur Linea intermedia, sondern ladet selbständig, in mehr oder minder hohem Maasse, nach aussen aus; es macht einen viel schärferen Knick als die Linea

[1] Streng genommen ist es der Glutaeus medius, dessen Sehnenfasern am äussersten Rande des Labium externum entspringen und auch noch etwas auf die Oberfläche der Crista übergreifen. Erst innen von diesen Fasern inserieren die des Obliquus externus.

[2] Das Becken. In Joessel-Waldeyer, Topographische Anatomie, Bd. 2, S. 304.

intermedia, zugleich nach abwärts geneigt. HYRTL schildert diese lokale Verdickung der Crista, die häufig von den Lehrbüchern unbeachtet gelassen wird, ganz zutreffend[1]: „Die zugänglichsten Punkte des Kammes sind die Spina anterior superior und der Mittelpunkt des Labium externum, welcher so oft knorrig aufgetrieben und nach aussen umgelegt erscheint.“ Darin ist allerdings die Angabe, dass es sich um den „Mittelpunkt“ des Labium externum handele, nicht richtig; die fragliche Auftreibung liegt weiter vorn. Sie setzt sich in Form einer vorspringenden Leiste (Sitzbeinbalken, WALDEYER) nach abwärts gegen die Pfanne zu auf der Aussenfläche der Darmbeinschaufel fort, die somit in dieser Linie nach vorn und innen umgeknickt erscheint. Der Vergleich mit der Innenfläche der Darmbeinschaufel zeigt aber, dass es sich auch hierbei nur um eine lokale Verdickung der Aussenfläche, nicht aber um eine entsprechende Knickung der Gesammtschaufel handelt. Die Innenfläche der Schaufel ist glatt; die Biegung der Gesammtschaufel eine viel geringere, als man nach der Konfiguration der Aussenfläche vermuten sollte.

Die Ausbildung des Tuber glutaeum anterius ist bei den verschiedenen Becken eine sehr verschiedene, im allgemeinen bei männlichen Becken eine bessere, als bei weiblichen.

Ob der Einfluss dieser Besonderheit auf die äusseren Formen schon irgendwo hervorgehoben ist, ist mir nicht bekannt; jedenfalls verdient er es, da sich dadurch mehrere Dinge erklären. Zunächst muss das starke Heraustreten des Labium externum an der erwähnten Stelle ein entsprechendes Verhalten des Weichenwulstes zur Folge haben. Der Weichenwulst muss ja um so stärker über die Hüftgegend nach aussen vorspringen, je mehr das Labium externum, an dem der Obliquus externus inseriert, nach aussen über die Aussenfläche der Darmbeinschaufel vortritt. Dazu kommt wohl auch noch, dass, je mehr sich das Labium externum nach aussen und unten von der Linea intermedia entfernt, um so grössere Partieen des Darmbeinkammes in den Weichenwulst, diesen verdickend, eingelagert werden. Ja, man kann sich sogar vorstellen, dass das starke Hervortreten des Labium externum auch auf die Verlaufsrichtung des Weichenwulstes einen Einfluss ausübt. Denn das Tuber glutaeum anterius ist ja zugleich „nach aussen umgelegt“ (HYRTL); es wird also die Befestigungslinie des Obliquus externus nach ab-

[1] HYRTL, J., Topographische Anatomie VII. Aufl., 1882, Bd. 2, S. 12.

wärts verlagert, mehr in das Niveau der Spina iliaca anterior superior gebracht, und der Weichenwulst wird alsdann, bei gleichbleibender Beckenneigung, mehr horizontal verlaufen, als bei geringerer Entwicklung des Labium externum. Je horizontaler aber der laterale Schenkel der Beckenlinie verläuft, um so schärfer wird der obere Knick der Linie werden.

Die fragliche Beckeneigentümlichkeit muss aber noch eine andere Folge haben: eine Vergrösserung der am Lebenden messbaren Beckenbreite (Distantia cristarum) und eine Vergrösserung des Unterschiedes zwischen der Distantia spinarum und der Distantia cristarum. Dadurch wird es dann wieder bedingt, dass ein grösserer Abschnitt des Weichenwulstes bei der Vorderansicht sichtbar ist.

So ist es also kein Zufall, sondern lässt sich aus dem Bau des Beckens erklären, wenn Personen, bei denen die Differenz zwischen der Distantia spinarum und der Distantia cristarum beträchtlich ist, auch einen besser ausgebildeten Weichenwulst und in der Form der Beckenlinie viel deutlichere Anklänge an die Antike bieten, als solche mit schmalem Becken, an dem die Distantia cristarum die Distantia spinarum nur wenig überwiegt.

Auch die Gegend der Spina ist hinter der Spitze derselben bei kräftig gebauten Becken häufig noch besonders aufgetrieben, und zwar nach aussen wie nach innen, so dass zwischen ihr und dem Tuber glutaeum anterius eine besonders schmale Stelle der Crista iliaca bleibt. Das Labium internum kann in der Gegend der Spina fast gesimsartig nach innen vorspringen, so dass die verbreiterte Stelle ca. 2 cm im Querdurchmesser erlangt. Es liegt auf der Hand, dass dadurch der Knickpunkt der Beckenlinie von der vordersten Spitze der Spina entfernt und mehr nach innen und oben verlagert wird. Entsprechend dem Verhalten des Obliquus externus kommt eben für die Länge des seitlichen Schenkels der Beckenlinie in Betracht: der Abstand des lateralsten Punktes des Tuber glutaeum anterius von dem Punkte, wo die Ansatzlinie des Obliquus externus die Crista iliaca verlässt; dieser Punkt entspricht aber nicht der Spitze der Spina, sondern liegt innen und oben von dieser, um so mehr, je mehr die Crista in der Gegend der Spina nach innen vorspringt[1].

[1] Da es mir hier auf einen ganz speziellen Punkt, nämlich die fünfteilige Beckenlinie, ankommt, und mir daran gelegen war, die Verhältnisse am lebenden Menschen mit den an den antiken Statuen dargestellten zu vergleichen, so wählte ich die oben genannten Messpunkte. An den Statuen wird man ja die

Somit giebt es in der That Besonderheiten des knöchernen Beckens, die die Ausbildung eines oberen Knickpunktes der Beckenlinie begünstigen und zugleich, je ausgeprägter sie sind, um so mehr den lateralen Schenkel der Beckenlinie verlängern, d. h. das Gesamtbild derselben dem spezifisch antiken Typus nähern werden. Die Erkenntnis dieses Zusammenhanges macht es aber zugleich klar, wie es kommt, wenn einmal auch an kräftigen, durchgeturnten Gestalten die Beckenlinie sehr von der antiken Form entfernt bleibt, also der obere Knickpunkt wenig deutlich ist und sehr weit aussen liegt. Letzteres ist z. B. an dem von G. FRITSCH abgebildeten Preisturner der Fall, der demnach sehr wenig antike Formen zeigt, oder an dem prachtvoll muskulösen und schön gebauten Menschen, den KOLLMANN (Fig. 28, S. 52 der II. Aufl. seines Lehrbuches) abbildet. Mit der guten Muskulatur allein ist es eben nicht gethan, es muss noch die entsprechende Beckenform hinzukommen. Auch die von mir untersuchten Brüder Laares hatten trotz ausserordentlich starker Bauchmuskulatur durchaus nicht sehr „antike" Beckenlinien.

Die wichtigste Frage, die sich hieran anschliessen muss, ist die, wodurch die starke Entwicklung des Tuber glutaeum anterius und die Verdickung der Spina anterior superior bedingt sind. Am Becken des Neugeborenen finde ich davon nichts; es müssen sich also diese Besonderheiten erst im postembryonalen Leben ausbilden. In erster Linie wird man dabei an den Einfluss der Muskeln, speziell des Glutaeus medius und der Bauchmuskeln denken dürfen. Es kommt dabei gewiss noch in Betracht, dass, wie bekannt, die Crista iliaca selbständig ossifiziert, und dass diese Epiphysis marginalis erst spät ihre selbständige Entwicklung einstellt und mit der übrigen Darmbeinschaufel verschmilzt. Genauer, unter Berücksichtigung der Rassenzugehörigkeit, der einzelnen Lebensalter, des Geschlechts und der Lebensverhältnisse (Ernährung, Grad der Muskelübung u. s. w.),

---

vorderste Spitze der Spina meist nur ganz ungenau bestimmen können. Im übrigen halte ich die gewöhnliche Messweise (aussen von der Sehne des Sartorius) für die beste. — Für die Rückschlüsse, die aus den Messungen am Lebenden auf die Beckenform gezogen werden sollen, verdienen die erwähnten lokalen Verdickungen der Crista natürlich die grösste Beachtung. Die Differenz der Beckenbreite (= weitester Abstand der Tubera glutaea anteriora von einander) und des Spinaabstandes klärt noch nicht genügend über die Form und Lagerung der gesamten Darmbeinschaufel auf. Am knöchernen Becken sollten folgerichtig immer beide Maasse genommen werden: das der Distantia tuberum glutaeorum und das der Dist. linearum intermediarum crist.

bleibt das noch zu verfolgen. Gerade das erstgenannte Moment, die Rassenzugehörigkeit, scheint mir dabei von nicht zu unterschätzender Bedeutung zu sein. Der vielfach erwähnte, von G. Fritsch abgebildete Preisturner, viele der von mir untersuchten Männer (so die Gebrüder „Laares", die von Hause aus einen gut deutschen Namen tragen und aus Sachsen stammen, und zahlreiche der Soldaten und Mitglieder des Athletenklubs) besassen eine trefflich entwickelte Muskulatur und doch Becken mit geringer Differenz der Spina- und Crista-Distanz, also offenbar Becken mit nur mässig entwickeltem Tuber glutaeum anterius. Woran liegt das? Man könnte ja denken, dass hier die besondere Ausbildung der Muskulatur erst zu spät, in einem Lebensalter einsetzte, als das Becken im wesentlichen seine Entwicklung schon abgeschlossen hatte. Aber jene Leute (wenigstens die von mir untersuchten) waren alle noch relativ jung, im Anfang der zwanziger Lebensjahre, und hatten doch schon seit Jahren ihre Muskulatur besonders geübt (die beiden Brüder Laares, die zur Zeit 18 und 20 Jahre alt sind, treiben, laut Angabe, seit ihrem 12. Jahre Athletik); es kann also der blosse Grad der Muskelübung nicht das allein Ausschlaggebende sein. Dass hier Rasseneinflüsse mitsprechen, hat schon Brücke angenommen, und die beiden Modelle, an denen er die antike Beckenlinie sah, waren bekanntlich Venezianer. Die Maasse, die Brücke von dem einen derselben giebt (Distantia spinarum = 250 mm; Distantia cristarum = 318 mm), geben nicht nur eine Bestätigung dessen, was oben über den Einfluss der Beckenbreite auf die Entstehung der antiken Beckenlinie gesagt wurde, sondern charakterisieren zugleich ein Becken, für das sich unter der deutschen männlichen Bevölkerung denn doch nicht so leicht ein Gegenstück wird finden lassen. Es würde diesen Aufsatz ins Ungebührliche ausdehnen und belasten, wollte ich hier noch näher auf die Frage des Rassenbeckens eingehen; erlaubt sei nur der Hinweis auf eine Angabe, die ich bei H. Ploss[1] finde. Danach hat A. Weisbach das männliche Italienerbecken (nach 20 Messungen von Becken, die Männern von 20 bis 30 Jahren entstammten) dahin charakterisiert: „Das Italienerbecken breit, mittelhoch, an den Gelenkpfannen schmal, Darmbeine mittelgross, stark gekrümmt, mässig nach aussen geneigt; die oberen vorderen Darmbeinstachel nahe beisammen, die unteren weit auseinandergerückt" etc. Derselbe Untersucher findet das männliche Deutschen-

[1] Ploss, H., Zur Verständigung über ein gemeinsames Verfahren zur Beckenmessung. Archiv für Anthropologie, Bd. 15. 1884.

becken „von mittlerer Breite und Höhe, unter allen am breitesten zwischen den Gelenkpfannen; die Darmbeine mässig gross, sehr flach, steil aufgerichtet; die oberen Darmbeinstachel stehen weit auseinander, die unteren nur mässig“ etc. Die Anschauung, zu der WEISBACH bezüglich der Beckenbreite und der Spinadistanz beim Italienerbecken gekommen ist, findet durch die von BRÜCKE an dem Venezianer konstatierten Zahlen eine volle Bestätigung; diesen Zahlen gegenüber erscheint aber auch das Deutschenbecken schmaler und die Spinadistanz grösser, wie das die oben angeführten Maasse ergeben, die doch schon besonders ausgesuchte Becken (mit grosser Breite und relativ geringer Spinadistanz) betreffen.

Somit ist es mehr als eine blosse Vermutung, wenn man für das Vorkommen einer dem antiken Typus sich nähernden Beckenlinie — neben anderen — auch Rasseneinflüsse zur Erklärung herbeizieht. Der vermittelnde Faktor ist das Becken, auf dessen grosse Bedeutung in anthropologischer Hinsicht hier nicht weiter hingewiesen zu werden braucht. In der vorliegenden Frage gesellt sich dem anthropologischen Interesse noch ein besonderes künstlerisches hinzu; es schiebt zugleich auch einmal das männliche Becken in den Vordergrund und unterstützt die Forderung, die schon 1878 H. FRITSCH zugunsten desselben erhob[1].

Noch möchte ich erwähnen, dass sich ein gutes Beispiel von ansehnlicher Länge des lateralen Schenkels der Beckenlinie im Jahrgang 1901 der „Illustrierten Athletik-Sportzeitung“ findet; es stellt den russischen Athleten Wladimir Bobby Pendur dar.

Da der Athletik-Sport zur Zeit auch in Deutschland wie in anderen Ländern im Aufblühen begriffen ist, so ist im übrigen zu hoffen, dass es einmal möglich sein wird, den Einfluss der Athletik auf die Beckenform gegenüber den anderen hierauf wirksamen Faktoren, speziell den durch die Rasse bedingten, genauer abzuschätzen.

Kehren wir nunmehr zu den antiken Statuen zurück, so ergiebt sich aus dem zuletzt Gesagten der Standpunkt, den wir ihnen gegenüber einzunehmen haben, von selbst. Die Thatsache, dass ein oberer Knickpunkt der Beckenlinie vorhanden ist, erfordert keine Erklärung mehr, auch die relative Lage dieses Knickpunktes zur Spina wurde ausführlich genug erörtert. Es bleibt also nur

[1] FRITSCH, H., Das Rassenbecken und seine Messung. Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1878.

noch zu konstatieren, dass auf den Figuren, die oben namhaft gemacht wurden, die relative Lage des Knickpunktes zum lateralsten Punkte der Hüftgegend noch eine andere ist, als bei allen Lebenden, die spezieller daraufhin untersucht wurden, und es bleibt die Erklärung dafür zu geben. Die Thatsache selbst erhellt aus einigen Zahlen. Am Doryphor (Abguss der Freiburger Sammlung) beträgt der Abstand beider Knickpunkte 25,8 cm, der weiteste Abstand beider Horizontalschenkel 36,4 cm; am Diadumenos Farnese sind die Maasse 18,8 cm und 26,6 cm; am Diomedes 23 und 33,5 cm; am Herakles Lansdowne ca. 25,7 und 36,8 cm. Berechnet man aus diesen Maassen einen Index, indem man den weitesten Abstand der horizontalen Schenkel der Beckenlinie von einander = 100 setzt, so erhält man (in abgerundeten Zahlen):

für den Doryphor . . . . . x = 70,9
„ „ Diadumenos Farnese . . . x = 70,7
„ „ Diomedes . . . . . x = 68,6
„ „ Herakles Lansdowne . . . x = 70,0

Das sind Zahlen, die von denen der modernen Menschen weit differieren. Denn wenn wir aus den oben (S. 30 [204]) genannten absoluten Maassen die entsprechenden Indices berechnen, so erhalten wir:

für Fig. 4 auf Taf. I: x = 88,7
„ Fig. 5 „ „ I: x = 83,3
„ Fig. 6 „ „ II: x = 83,4
„ Fig. 7 „ „ II: x = 81,16
„ Fig. 8 und 9 „ „ II: x = 86,8

Bei dem Venezianer, dessen Maasse von Brücke festgestellt wurden, ist x = 78,6. Da nun in den vorhergehenden Erörterungen dargelegt wurde, dass es ganz unmöglich ist, den Knickpunkt der antiken Beckenlinie an die Stelle zu verlegen, wo die Seitenfurche in den horizontalen Schenkel der Obliquuslinie übergeht, dass vielmehr dieser Knickpunkt auch bei den antiken Statuen in der Gegend der Spina iliaca anterior superior liegen muss, da ferner, wenn man mit der Betrachtung des Reliefs von der Mittellinie aus beginnt, bis zur Gegend der Spina hin die antiken Statuen und die modernen Menschen im wesentlichen gleiche Verhältnisse zeigen, so müssen wir die Besonderheit, die sich in jenen Zahlen ausspricht, auch etwas anders ausdrücken, als meist geschieht: die auffallende Länge des oberen horizontalen Schenkels der Beckenlinie scheint mir nicht sowohl eine besonders mediale Lage des oberen Knick-

punktes, als vielmehr eine auffallend laterale Lage des äussersten Punktes des horizontalen Linienschenkels anzudeuten, und selbst wenn wir hierbei der Fettlage einen grossen Einfluss zuschreiben, so dürfte doch wohl in erster Linie die Gestaltung des Beckens ausschlaggebend sein. Die für die antiken Statuen anzunehmende Beckenform ist dann aber nicht ein besonders schmales, sondern im Gegenteil ein besonders breites Becken, aber mit relativ geringer Spinadistanz[1]. Ich habe oben gezeigt, dass es nicht nötig ist, dazu ein Becken anzunehmen, dessen Darmbeinschaufeln vorn in toto stark nach einwärts abgeknickt sind, sondern dass auch lokale Knochenverdickungen den geforderten Effekt hervorbringen können.

Die Frage aber, ob solche extreme Formen der Beckenlinie, wie sie etwa der Diomedes, Diadumenos, Doryphor zeigen, thatsächlich der Natur entsprachen oder auf Kosten künstlerischer Uebertreibung zu setzen sind, diese Frage zu beantworten, sind wir meines Erachtens in Deutschland gar nicht voll competent; es ist das ein Punkt, der erst einmal an der jetzigen griechischen Bevölkerung untersucht werden sollte. Erst wenn auf Grund einer solchen Enquête der Einfluss der Rasse einigermassen festgestellt sein wird, kann weiter darüber diskutiert werden, ob etwa die veränderte Lebensweise die menschliche Gestalt in diesem Punkte umgeformt habe, oder ob auch schon damals Figuren wie die oben genannten sich von dem thatsächlich Beobachteten entfernten. Dass es aber wirklich Becken giebt, die bei ausserordentlicher Breite eine relativ geringe Spinadistanz besitzen, dafür liegt genug Beobachtungsmaterial vor; so in der Arbeit von C. HENNIG[2], die allerdings das weibliche Becken betrifft. Wird doch dort für die englischen Frauen eine Cristadistanz von 368 mm, eine Spinadistanz von 266 mm (Index = 72,2) angegeben! Und in der Kategorie „Phönicisch-trojanisch-griechisch" figuriert ein Becken mit 233 mm Spina- und 308 mm Cristadistanz (Index = 75,6). Eingehendere Angaben über das männliche griechische Becken sind mir nicht bekannt.

[1] Hin und wieder gestattet die Stellung einer Figur einen besonders deutlichen Einblick in die Beckenform. So an dem ruhenden Flussgott aus der nördlichen Ecke des Westgiebels des Parthenon, wo wohl Niemand bezweifeln wird, dass auf der rechten Seite der vordere Begrenzungsrand der Crista iliaca sich sehr stark nach einwärts kehrt.

[2] HENNIG, C., Das Rassenbecken. Archiv für Anthropologie, Bd. 16. 1886.

Zur Vervollständigung dieser Ausführungen und zur Sicherung des in ihnen eingenommenen Standpunktes würde nun noch ein Punkt zu behandeln sein, der schon in der Einleitung dieser Betrachtungen kurz berührt wurde: die Verschiedenheit, die die antike Beckenlinie in der antiken Kunst selbst darbietet. Die Autoren, die sich mit dem antiken Beckenschnitt beschäftigt haben, gingen gewöhnlich von den extremen Ausbildungsformen desselben aus. An diese darf man sich aber nicht allein halten, um so weniger, als es sich hier um eine Bildung der griechischen Kunst handelt, bei der die Ausarbeitung eines bestimmten Typus mehr im Vordergrund des Interesses stand, als die Wiedergabe der individuellen Mannigfaltigkeit. Mit der Möglichkeit, dass eine ursprünglich richtig in der Natur beobachtete Bildung im Laufe der Zeit durch die Ueberlieferung der Schule ins Unnatürliche gesteigert oder aber gelegentlich an falscher Stelle zur Anwendung gebracht worden ist, muss unter diesen Umständen jedenfalls gerechnet werden. Um so mehr Beachtung verdienen die Darstellungsformen, die in irgend einer Beziehung von dem Schema abweichen, sei es, weil sie einer Zeit entstammen, zu der jenes Schema noch nicht ausgebildet war, sei es, weil die Natur der darzustellenden Gestalt andere Formen verlangte, sei es, weil der Künstler das im konkreten Falle Beobachtete höher stellte als das überkommene Schema. Von diesen Gesichtspunkten aus, die „antike Beckenlinie" in allen ihren Ausbildungsformen zu verfolgen, wäre eine dankbare Aufgabe; leider muss ich sie unversucht lassen, da mir das dazu nötige Material fehlt. Nur einige Hinweise seien gestattet.

Von den Figuren, die den typischen Beckenschnitt in den Anfängen zeigen, ist eine der ältesten mir bekannten der sog. Apollo Strangford. Dieses so sehr interessante Bildwerk[1], in dem das Streben nach richtiger Wiedergabe der Körperformen, der Wunsch, eine wirkliche Menschengestalt an Stelle der archaischen „Figuren" zu setzen, so schön zum Ausdruck kommt, zeigt auch den typischen Beckenschnitt in seinem ersten Anfang. Gegenüber dem Apoll von Tenea, wo unter der unnatürlich eingeschnürten

[1] Abbildungen derselben finden sich vielfach, so bei J. Lange, Darstellung des Menschen in der älteren griechischen Kunst. Aus dem Dänischen übersetzt von Mathilde Mann. 1899. S. 39, Fig. 10; — im übrigen ist ja gerade diese Figur im Abguss viel verbreitet. — Lebocq führt den Apoll von Tenea als Repräsentanten einer primitiven Bildung des antiken Beckenschnittes an; — ist hier vielleicht eine Verwechslung mit dem Strangford'schen vorgekommen?

Taille der Darmbeinkamm selbst sichtbar ist, um vorn in die Leistenfurche gleichmässig überzugehen, finden wir bei der Strangfordschen Figur die Tailleneinziehung schwächer, und darunter einen richtigen Weichenwulst, dessen untere Begrenzungslinie vermittelst eines scharfen Knickes in die Inguinalfurche übergeht. Das untere Ende derselben setzt sich in der Hauptsache in die Genitofemoralfurche fort; der mittlere Horizontalschenkel der Beckenlinie fehlt also noch oder ist doch nur kaum merklich angedeutet. Die Figur stellt einen sehr jugendlichen Körper dar, und so fehlt auch die Behaarung der Regio pubica. Die Muskelecke des Obliquus externus ist deutlich; von ihr aus läuft ein Sulcus herab, und zwischen diesem und der Leistenfurche wölbt sich die Regio inguinalis als fingerbreiter Strang vor. Beachtenswert ist, dass schon an dieser Figur der Abstand der beiden Knickpunkte von einander (18 cm) erheblich geringer ist, als der weiteste Abstand beider Weichenlinien von einander (23 cm). Das ist also ganz das typische Verhalten der „antiken" Beckenlinie. Der „Index" wäre = 78,3.

Von den Aegineten wurde oben schon erwähnt, dass sie den lateralen Knickpunkt der Beckenlinie auch besitzen, dass aber auch hier die Inguinalfurche sich in die Genitofemoralfurche fortsetzt, trotzdem die Behaarung der Pubes, allerdings sehr stilisiert, dargestellt ist.

Die scharfe Betonung des mittleren horizontalen Schenkels scheint somit als das letzte Element zur Vervollständigung des typischen Beckenschnittes hinzugekommen zu sein.

Ganz ausgebildet ist der typische antike Beckenschnitt bei den Tyrannenmördern; sie gestatten auch eine gute anatomische Orientierung, namentlich der Aristogeiton zeigt auf beiden Seiten ein etwas herbes, aber gewissenhaft gearbeitetes Relief.

Die athletischen Figuren des Polyklet wie die der attischen Schule der ganzen ersten Blütezeit der griechischen Plastik zeigen ihn sehr charakteristisch und in einer Form, die oft den Eindruck des Schematischen macht. Der Abstand von dem lateralsten Punkte der Hüftgegend bis zu dem Knickpunkt der Beckenlinie ist ausserordentlich gross.

Dagegen bieten manche Figuren der späteren Epoche viel weichere, weniger eckige Formen. Am Hermes des Praxiteles geht der seitliche Schenkel der Beckenlinie, der wegen des geringer entwickelten Weichenwulstes auch weniger horizontal verläuft, allmählicher, ohne sehr scharfen Knick, in die Inguinalfurche über, der

Weichenwulst dringt auch nicht so weit nach innen vor, als etwa beim Doryphor. Die Maasse sind hier schwer bestimmbar, da, wie gesagt, ein scharfer Knickpunkt der Linie nicht besteht; approximativ kann man sie auf 31,0 (Dist. spin.) und 37,6 cm (Dist. crist.) angeben (Index = ca. 82,4). Auch andere Figuren dieser Epoche zeigen den weniger steilen Verlauf der Inguinalfurche und die abgerundeten Formen, die, nach unseren Begriffen, sich mehr der Natur nähern. So der Apoll vom Belvedere, wo die Maasse (nur ungenau bestimmbar) etwa 29,0 und 35,7 cm sind (Index = 81). Das sind für unsere Begriffe immer noch sehr grosse Differenzen, aber doch erheblich geringere als etwa die beim Diomedes (23 und 33,5 cm) oder am Doryphor (28,5 und 36,4). Dagegen war die Differenz bei dem von Brücke beobachteten Venezianer grösser als die beim Hermes oder Apoll, die Zahlen betrugen nämlich 25,0 und 31,8 cm, also Index = 78,6. Die Maasse des Apoll vom Belvedere und des eben genannten Venezianers betrachtet Brücke gewissermassen als die Grenze des Vorkommenden und hält es für fraglich, ob bei den Antiken, bei denen die Entfernung der Scheitel der einspringenden Winkel geringer ist als bei jenen, wirklich die Natur noch gewissenhaft benutzt ist, oder ob man sich hier von derselben entfernt hat (Schönheit und Fehler u. s. w. S. 106).

Dass die einheitliche fünfteilige Beckenlinie auch bei jugendlichen Gestalten (Epheben und Knaben) durch die ganze Blütezeit der griechischen Kunst hindurch zur Anwendung kommt, ward schon erwähnt.

Sie tritt bei der Darstellung jugendlicher Körper in Konkurrenz mit den doppelten Inguinalfurchen, und es würde eine besondere Untersuchung erfordern, festzustellen, ob durch die einheitliche Linie einerseits, die doppelten Linien andererseits noch besondere Typen, etwa des Lebensalters, unterschieden werden sollten, oder ob es sich hier um Gepflogenheiten der Schule oder des Zeitalters handelt. Wo die einheitliche Linie zur Anwendung kommt, ist durch die Glätte der Regio pubica, die wieder eine grössere Selbständigkeit des mittleren horizontalen Schenkels der Linie bedingt, das jugendliche Alter angedeutet (Dresdener Knabe, Westmacottscher Athlet und viele andere). Häufig ist dabei auch die Genitofemoralfurche in die Inguinalfurche übergeführt, so dass dann der absteigende Schenkel der Beckenlinie sich unten gabelt: in den Sulcus pubicus und den Sulcus genitofemoralis. Doch können auch die ganze Beckenlinie einerseits und die beiden Sulci genitofemorales andererseits für sich selbständig sein.

Wenn bei vielen Figuren (namentlich denen der älteren Blütezeit) die Glätte der Regio pubica und die dadurch bedingte Selbständigkeit des Sulcus pubicus offenbar das jugendliche Lebensalter andeutet, so giebt es doch auch solche (besonders spätere), bei denen diese Form der Pubes aus anderen, ästhetischen Rücksichten gewählt zu sein scheint. Doch damit betrete ich ein der historischen und kunstarchäologischen Betrachtung vorbehaltenes Gebiet, das ich nicht zu übersehen vermag und daher gern Anderen zur Behandlung überlasse.

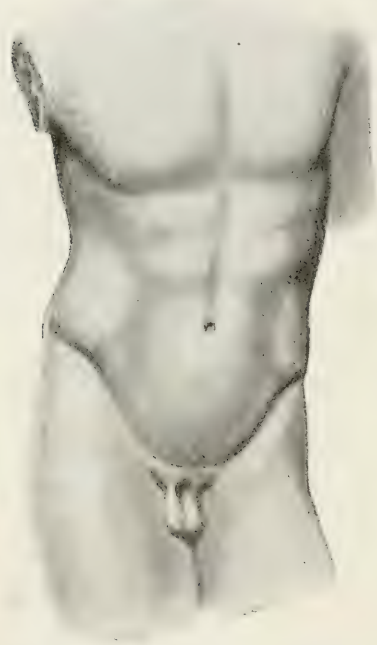


Fig. 10. Narkissos. Nach FURTWÄNGLER, Meisterwerke u. s. w.

Als Beispiel dafür, dass selbst in einer Zeit, wo der typische Schnitt schon zum Extrem ausgebildet war, doch auch gelegentlich solche Formen der Beckenlinie zur Darstellung kamen, die sich mehr den uns geläufigen nähern, kopiere ich hier nebenbei noch den sog. Narkissos (nach FURTWÄNGLER, Meisterwerke der griechischen Plastik, Fig. 84 auf S. 484), eine Knabenfigur, die dem Schülerkreise Polyklets zugeschrieben wird. Hier verlaufen die Inguinalfurchen mit verhältnismässig geringer Neigung gegen die Pubes, deren Bildung den jugendlichen Körper anzeigt. Der mittlere horizontale Schenkel der Beckenlinie ist auffallend kurz, so dass sich die Vorderfläche des Bauches gegen die Pubes hin stark verschmälert (vgl. diese Figur mit Fig. 2 auf Taf. XV.)

Gerade solche Formen sind auch für die Beurteilung des Wesens der antiken Beckenlinie sehr wichtig; — sie vermitteln zwischen der modernen und der extremen antiken Form und lassen den Gedanken, dass sie etwas von einer der beiden Formen wesentlich Verschiedenes darstellen, kaum annehmbar erscheinen.

So komme ich also bezüglich der Deutung der antiken Beckenlinie zu einem Resultate, das im wesentlichen dem von BRÜCKE er-

langten gleich ist. Mit Brücke verlege ich den oberen Knickpunkt der Linie in die Gegend der Spina iliaca anterior superior, gebe aber zugleich zu, dass eine geringe Verschiebung des Punktes nach innen, resp. nach innen und oben von der Spina für manche Figuren anzunehmen ist, in der Weise, wie es auch Waldeyer offenbar angenommen hat. Dagegen halte ich die Vorstellung, dass der absteigende Schenkel der antiken Beckenlinie der beim Lebenden manchmal zu beobachtenden unteren Verlängerung der Seitenfurche entspreche, für ganz unmöglich. Mit Brücke muss ich somit den Grund für die auffallende Länge des lateralen Schenkels der antiken Beckenlinie in einem besonders langen vorderen Begrenzungsrand der Crista iliaca, also in einer besonderen Gestaltung des Beckens sehen und es vorläufig unentschieden lassen, ob die extremen Formen der antiken Beckenlinie auf Rechnung künstlerischer Uebertreibung kommen oder wirklich beobachtet waren und in bisher noch nicht genau bestimmbaren Momenten (Rasseneinflüssen oder frühzeitig geübter Athletik) ihren Grund fanden.

Nur in einem Punkte halte ich Brücke's vorsichtige und wohlüberlegte Ausführungen für nicht ganz zutreffend. Brücke bildet[1] die Beckenlinien von zwei männlichen Individuen ab und bezeichnet die Form, die sie zeigen, im Texte als Norm bei unseren modernen Menschen. Ich habe die beiden Figuren oben als Fig. 2 und Fig. 3 kopiert. Die Brücke'schen Darstellungen entsprechen aber höchstens für den Knaben oder noch nicht voll entwickelten Jüngling, nicht aber für den Mann der Norm. Brücke's Figuren zeigen einen stark heraustretenden Darmbeinkamm bei schmalem Becken, ohne überhängenden Weichenwulst, so dass die Inguinalfurche die Richtung des vorderen Teiles der Darmbeincrista direkt fortsetzt. Dabei fällt dann natürlich der obere Knickpunkt fort. Ferner sind auf den Brücke'schen Figuren die beiden Inguinalfurchen selbständig, nicht mit einander verbunden; eine jede geht für sich in den Sulcus genitofemoralis über, und eine mittlere horizontale Linie ist nur schwach angedeutet. Die Pubes sind haarlos. Kurzum, wir haben durchaus jugendliche Formen vor uns, die nicht gerade geeignet waren, als Norm für den erwachsenen Mann zu gelten und mit den Darstellungen der kräftigen männlichen Gestalten der Antike verglichen zu werden. Ich konnte dagegen feststellen, dass das allgemeine Bild einer fünfteiligen einheitlichen Becken-

[1] Schönheit und Fehler etc. S. 99.

linie auch bei den modernen Menschen der deutschen Bevölkerung nicht gar so selten gefunden wird, wenn auch nicht in der strengen Durchführung, wie es offenbar die von BRÜCKE untersuchten Venezianer gezeigt haben, oder wie es manche Figuren des Altertums darbieten.

Auf die übrigen Anschauungen noch einmal näher einzugehen, ist wohl nicht nötig. LANGER gegenüber, der für das Zustandekommen der antiken Beckenlinie extrem schmale Becken mit ungewöhnlich scharfer Abbiegung der Darmbeinplatten gegen die Leibesmitte hin voraussetzt, ist nochmals zu betonen, dass die fraglichen Becken allerdings eine relativ geringe Spinadistanz, aber eine sehr beträchtliche Cristadistanz (also eine bedeutende Beckenbreite) besitzen müssen, wobei aber nochmals darauf hinzuweisen ist, dass die äussere Cristadistanz und ihr Verhältnis zur Spinadistanz nicht ohne weiteres einen Rückschluss auf Lage und Form der gesamten Darmbeinschaufel gestattet.

Die Vorstellung, dass etwa die untere Verlängerung der Seitenfurche identisch mit dem absteigenden Schenkel der antiken Beckenlinie sei, braucht nicht noch einmal behandelt zu werden. Erklärlich ist dieselbe ja sehr leicht, wenn man bedenkt, dass an unseren modernen deutschen Menschen die Spina iliaca oft sehr weit aussen liegt, d. h. in ganz geringem transversalen Abstand von dem lateralsten Punkte der Hüftgegend, während andererseits in der unteren Begrenzungslinie des Obliquus externus und in der unteren Fortsetzung der Seitenfurche Linien gegeben sind, die, wenn sie deutlich heraustreten (wie bei kräftigen muskulösen Leuten oder bei einer muskelkräftigen auf dem Rücken liegenden Leiche, wo zudem die Leistenfurche mehr verstreicht) recht wohl an die spezifische Form der antiken Linie erinnern können. Die Betrachtung des Objektes selber zeigt, dass es sich dabei um eine auf ganz andere Weise entstandene Bildung handelt[1].

Genauer zu berücksichtigen ist nur noch die Angabe LEBOUCQ's, dass an manchen antiken Statuen ausser dem absteigenden Schenkel der typischen Beckenlinie noch andere Linien dargestellt seien, die

[1] BRÜCKE selbst macht schon darauf aufmerksam (Schönheit und Fehler etc. S. 110), dass auch von künstlerischer Seite der antike Schnitt gelegentlich in der oben erwähnten Weise missverstanden sei, „indem sich die von der Hüfte kommende Linie in querer Richtung bis zur Scheide des geraden Bauchmuskels fortsetzt", und führt den Mars des Sansovino auf der Treppe des Dogenpalastes als Beispiel an.

viel eher als Inguinalfurche angesprochen werden könnten. Die einzige Figur, die Leboucq namhaft macht, ist der Fechter. Gemeint kann hier offenbar nur die rechte Seite der Figur sein[1], an der in der That drei Linien vorhanden sind, die Schenkelbeugungslinie, der absteigende Schenkel der eigentlichen Beckenlinie und zwischen beiden die „intermediäre" Linie (Leboucq). Letztere geht von dem unteren Ende des absteigenden Schenkels der Beckenlinie aus und schwach ansteigend nach aussen. Sie erreicht den Weichenwulst nicht, sondern endet frei; ein besonderer Höcker, der etwa als Spina gedeutet werden könnte, ist in ihrem Verlaufe nicht vorhanden. Das scheint mir denn doch alles sehr gegen ihre Auffassung als Leistenbeuge zu sprechen. Salvage's Abbildungen geben von der intermediären Linie keine Erklärung; im übrigen glaube ich aber, dass die Darstellung des genannten Autors im wesentlichen richtig ist. Danach würde das Ende des Darmbeinkammes mit der Spina in dem Felde zwischen der eigentlichen Beckenlinie und der intermediären Linie gesucht werden müssen; infolgedessen muss man natürlich auch, wie Salvage es thut, den queren Abstand zwischen der Spina und dem lateralsten Punkte der Crista iliaca als sehr beträchtlich annehmen, — ein Postulat, um das ich nun einmal nicht herumkomme.

Die intermediäre Linie findet sich auch noch an manchen anderen Figuren, so am Apoxyomenos (hier hat auch Waldeyer sie namhaft gemacht). Sie löst sich auf der linken Seite der Figur tief unten von dem absteigenden Schenkel der Beckenlinie ab, steigt schräg nach aussen und oben auf und endet, ohne in den Weichenwulst überzugehen, in einiger Entfernung von demselben. Auch

[1] Die linke Seite zeigt unterhalb der Beckenlinie ein Relief, über das ich bisher nicht zur völligen Klarheit gekommen bin. (Allerdings fehlt leider die Figur in der hiesigen archäologischen Sammlung, so dass ich sie immer nur vorübergehend bei gelegentlichen Aufenthalten auswärts sehen konnte.) Diagnostizierbar sind der Adductor longus und der Pectineus; über diesem folgen aber einige Felder, über die ich unklar geblieben bin. Vielleicht sind — wenn überhaupt das Relief genau nachgeformt ist — die Ursprungssehnen des Sartorius und des Tensor fasciae latae besonders dargestellt. Salvage verzichtet auf eine genaue Analyse dieser Gegend. Bezüglich der Lokalisierung der Spina dürfte er Recht haben: die Spina würde danach in das Feld fallen, das oberhalb der Spitze des Schenkelgrübchens liegt. Die Leistenfurche ist medial von der Spina etwas nach aufwärts fortgesetzt, wie das durch die Dehnung des Rumpfes begründet ist. Das stark vorgewölbte Feld vor dem Schenkelgrübchen enthält wohl den vom Sartorius bedeckten Iliopsoas.

hier kann ich mich nicht dazu entschliessen, in der geschilderten Furche die Leistenbeuge zu sehen. Man sollte doch irgendwo den Anschluss derselben an den Weichenwulst erwarten. Da das Schenkelgrübchen deutlich ist, so lässt sich genau bestimmen, wo die Spina gesucht werden müsste, wenn die intermediäre Linie wirklich Leistenbeuge wäre. Es wäre das dicht über der Spitze des Grübchens, denn hier läuft die Linie in der That entlang. Ganz abgesehen davon, dass doch gewöhnlich zwischen dem Schenkelgrübchen und der Spina noch ein grösserer Abstand besteht, so würde auch, wenn die Spina wirklich an der angenommenen Stelle läge, der Abstand des Weichenwulstes vom vorderen Teil des Darmbeinkammes ein ungewöhnlich grosser sein, um so unerklärlicher, als die Figur in ruhiger Haltung dasteht und die linke Seite sogar etwas eingeknickt ist. Kurzum, ich glaube, dass auch am Apoxyomenos nur der absteigende Schenkel der Beckenlinie den Anspruch auf die Deutung als Leistenfurche machen kann. Dass dieselbe etwas medial von der Spina nach oben fortgesetzt ist, so dass die Spina lateral-unten von dem Knickpunkt gesucht werden muss, ist mir auch hier wahrscheinlich.

Eine „intermediäre" Linie von dem angegebenen Verhalten findet sich auch noch bei einigen anderen Figuren; etwas variabel ist dabei ihr Abgang von dem absteigenden Schenkel der Beckenlinie, der bald sehr tief unten, bald etwas höher oben erfolgt. Auch am Lebenden ist eine solche Linie manchmal vorhanden, bald nur sehr oberflächlich, bald etwas schärfer (s. z. B. Fig. 7 auf Taf. II). Zu ihrer Erklärung könnte man verschiedene Momente in Betracht ziehen, deren Bedeutung im einzelnen noch festzustellen wäre: den sehnigen Ursprung des Tensor fasciae und des Sartorius, die Einstrahlung des letzteren in das Lig. inguinale, das Zurückweichen des Iliopsoas gegen den Trochanter minor hin. Ihre Abgangsstelle von der Leistenfurche scheint mir auf der Grenze der beiden Abschnitte des Lig. inguinale zu liegen: des lateralen, der in die Fascia iliopectinea eingewebt ist, und des medialen, freien.

Von dieser Furche zu unterscheiden ist übrigens noch eine andere, die bei manchen antiken Figuren in geringer Entfernung unterhalb des Weichenwulstes, parallel mit der unteren Begrenzungslinie desselben verläuft. Sie findet sich an der linken Seite des borghesischen Fechters und beginnt hier an dem oberen Knickpunkt der Beckenlinie; nach SALVAGE's Darstellung würde sie auf den freien Rand des vordersten Teiles der Crista iliaca zurückgeführt werden

müssen. Manchmal erscheint sie als die Fortsetzung der „intermediären“ Linie. Die Motivierung der einzelnen Bildungen ist noch im speziellen zu geben; ich möchte im Augenblick darüber nichts Bestimmtes aussagen.

Auch der Hinweis auf die Anwesenheit einer besonderen „intermediären“ Linie auf manchen antiken Figuren kann mich somit nicht bestimmen, in dem absteigenden Schenkel der antiken Beckenlinie etwas anderes zu sehen als die, höchstens durch die straffe Muskulatur in ihrem Verlaufe etwas beeinflusste Inguinalfurche.

2. Das Unterrippengrübchen.

Eine andere Besonderheit der Bauchplastik, auf die Herr Professor Puchstein die Freundlichkeit hatte mich besonders hinzuweisen, sei hier noch mit wenigen Worten berührt. Nicht selten zeigt sich nämlich genau lateral von der oberhalb des Nabels gelegenen Rectusinskription eine Einsenkung, die besonders bei kontrahierten Bauchmuskeln sehr tief und scharf konturiert (dreieckig oder selbst rhombisch) ist. Ich will sie Unterrippengrübchen nennen.

Es ist nicht schwer, sich über die Entstehungsursache dieser Grube, die auch beim Lebenden, wenn auch nicht so scharf begrenzt, gesehen werden kann, Rechenschaft abzulegen. Der Grund ist meines Erachtens gegeben in dem Verhalten der Aponeurose des Obliquus internus. Der genannte Muskel inseriert am zehnten Rippenknorpel noch fleischig, ebenso gehen noch einige Fasern weiter zum neunten Knorpel und schliessen sich so dem vorderen Rande des Musculus intercostalis internus zwischen dem neunten und zehnten Rippenknorpel an. Weiter hinauf greift der Muskel aber an den Rippen nicht mehr, schon an das medialste Stück des neunten Rippenknorpels sendet er keine Fasern mehr (so fand ich es wenigstens bei einer ganz besonders kräftigen muskulösen Leiche). Dagegen beginnt in der Gegend zwischen dem neunten und zehnten Rippenknorpel der Uebergang des Muskels in die Aponeurose, die sich am Aufbau der Rectusscheide beteiligt. Cranialwärts schliesst diese Aponeurose mit einem scharfen, durch besonders kräftige Fasern verstärkten Rande ab, der sich von der Gegend des zehnten Rippenknorpels aus quer herüber zum Rectus spannt. Zwischen diesem Rande (unten), dem medialen Abschnitt des neunten Rippenknorpels (aussen) und dem lateralen Rectusrande (innen) bleibt auf diese Weise eine dreieckige Lücke, in deren Bereich der M. transversus

nur von der Aponeurose des Obliquus externus und ausserdem von einer Membran bedeckt ist, in die zwar Aponeurosenfasern vom Obliquus internus einstrahlen, die somit auch als oberster Teil der Internusaponeurose gewöhnlich bezeichnet wird, die aber doch erheblich dünner ist, als der caudal von dem erwähnten Verstärkungsstreifen gelegene Hauptteil der Internusaponeurose. Die genannte Lücke liegt genau lateral vom lateralen Ende der mittleren Rectusinskription, also genau an der Stelle, wo sich an den antiken Statuen das Unterrippengrübchen findet. Für die Entstehung des letzteren bietet das geschilderte Verhalten eine ganz genügende Erklärung: an jener Stelle ist die Bauchwand am nachgiebigsten und wird somit bei Kontraktion des Transversus, der ja von der Innenfläche der Rippen entspringt, stärker einsinken als in der resistenteren Umgebung.

Die älteren Figuren zeigen das Unterrippengrübchen meist als unregelmässig konturierte Einsenkung; später wird es mehr stilisiert. Häufig (z. B. an einigen Figuren vom grossen Altar in Pergamon) findet sich eine ausgesprochen rhombische Begrenzung des Grübchens: die obere Ecke liegt an der Stelle, wo der laterale Rectusrand den Rippenbogen schneidet, die mediale ist gegen die mittlere Rectusinskription hin, die laterale gegen die seitliche Rumpfbeugungsfurche, und die untere gegen die Seitenfurche des Bauches hin ausgezogen. Die Art, wie die Rumpfbeugungsfurche in die Seitenfurche des Bauches übergeführt wird, ist vielfach stark schematisiert.

3. Der Suprapatellarwulst.

An dem unteren Ende des Oberschenkels, über der Kniegegend, findet sich bei den männlichen antiken Statuen nicht selten ein Wulst, den ich wegen seiner Lage über der Kniescheibe als Suprapatellarwulst bezeichnen möchte. RICHER[1] behandelt ihn in seinem prächtigen Werke eingehend und durchaus zutreffend; dagegen findet er in den gebräuchlichen deutschen Lehrbüchern der plastischen Anatomie keine oder eine nicht richtige Behandlung. Aus diesem Grunde möchte ich mir erlauben, mit einigen Worten auf ihn hinzuweisen.

Die Form, die der Wulst an den antiken Statuen besitzt, ist nicht immer ganz gleich, schwankt jedoch in geringen Grenzen. Gewöhnlich beginnt er dick am medialen Umfang des unteren Ober-

[1] RICHER, P., Anatomie artistique. Paris 1890. S. 126, sowie S. 230 bis 234.

schenkelendes dicht über der Patella und zieht lateralwärts, zugleich etwas aufsteigend und schmäler werdend, um noch auf der Vorderfläche des Oberschenkels über der Patella aufzuhören (Fig. 11, 12, 13). So ist er gestaltet bei guter Ausbildung; manchmal erscheint er etwas schematisiert.

Fig. 11. Beine des Doryphoros von Polyclet. (Wie Fig. 4.)

Fig. 12. Beine des Herakles Lansdowne. (Wie Fig. 9.)

Am Lebenden beobachtet man den Wulst ausserordentlich häufig, ja er muss, eine bestimmte Stellung des Beines vorausgesetzt, als eine regelmässige Bildung bei kräftigen Personen angesehen werden. (Taf. III, Fig. 13 und 14.)

Fig. 13. Beine des Dresdener Knaben. (Wie Fig. 7.)

Diese Stellung ist die der passiven Ueberstreckung. Der Wulst entsteht also am Standbein, wenn die Körperlast sich ganz auf dasselbe legt und das Kniegelenk passiv in starke Streckstellung drängt. Wird dagegen das Knie gebeugt, oder aber das vom Boden erhobene Bein aktiv, durch Kontraktion des Quadriceps femoris gestreckt, so verschwindet auch der Wulst. Das Relief, das sich in beiden Fällen zeigt, ist bekannt genug; zum Vergleich mit Fig. 14 auf Taf. III diene Fig. 15: Fig. 14 stellt die Beine eines kräftigen Mannes in passiv überstrecktem, Fig. 15 dieselben in aktiv gestrecktem Zustand dar.

Die letzte Ursache für den geschilderten Wulst liegt nicht, wie gelegentlich angegeben wird, in der Haut, sondern, wie RICHER

ganz zutreffend erörtert, in dem Verhalten der Fascia lata zum Vastus medialis. In der Hauptsache ist der den Vastus medialis bedeckende Teil der Fascia lata sehr kräftig; die Fascienfasern laufen wesentlich quer über die Vorderfläche des Oberschenkels hinweg. In kurzer Entfernung über der Patella ist in die Fascie noch ein besonderes Bündel von Fasern eingewebt, die von der Gegend des Epicondylus medialis ihren Ausgang nehmen und fächerförmig auseinanderstrahlend über die Vorderfläche des Oberschenkels nach aussen verlaufen. Die untersten von ihnen ziehen mit starker, nach abwärts konkaver Krümmung lateralwärts, die oberen schlagen eine immer mehr aufsteigende Richtung ein. In geringem Abstand von der Patella hören diese Fasern ziemlich plötzlich auf, und der Teil der Fascie, der den untersten Abschnitt des Vastus medialis bedeckt, ist sehr dünn und zudem mit dem Muskel sowie mit der Haut fester verbunden. Hier lässt denn auch das Präparat in der Hauptsache die longitudinale Streifung erkennen, die von dem Verlauf der Muskelfasern herstammt, während darüber die Muskelfasern durch die quer verlaufenden dicken Fascienfasern verdeckt werden (Fig. 14). — RICHER beschreibt das erwähnte Faserbündel als „fibres arciformes inférieures de l'aponévrose fémorale" und bildet es ab; eine gute bildliche Darstellung findet sich auch im Atlas von SPALTEHOLZ (Teil II, Fig. 375). Die Textbemerkung an letzterer Stelle, dass dem Bündel bei gestrecktem Knie und schlaffen Muskeln eine Hautfurche entspreche, ist insofern nicht ganz korrekt, als es sich nicht eigentlich um eine Furche, sondern um einen unterhalb des

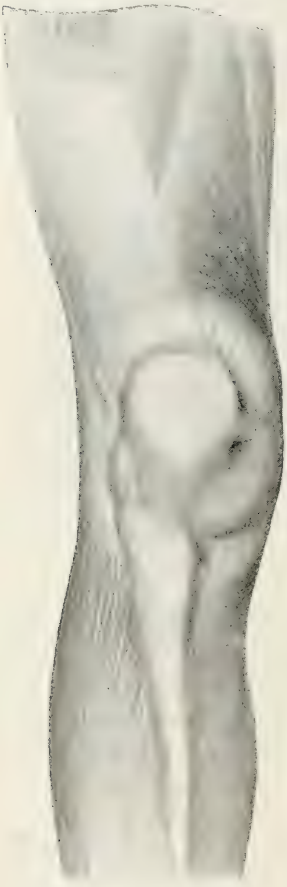


Fig. 14. Fascienpräparat; rechte Kniegegend. Das Knie war in starke Streckstellung gebracht, wie sich aus dem schiefen Verlauf des Kniescheibenbandes und dem Hervorquellen der subpatellaren Fettwülste ergiebt. Dabei bildete sich der Suprapatellarwulst des Vastus medialis unterhalb des festen Theiles der Fascia lata.

Bündels entstehenden Wulst handelt, über dem das ganze übrige Gebiet des Vastus medialis in tieferem Niveau bleibt.

Aus dem angegebenen Verhalten der Fascia lata lässt sich nun die Entstehung des Suprapatellarwulstes leicht erklären. Wird das Bein passiv überstreckt, so wird der Vastus medialis zusammengeschoben, ohne sich entsprechend zu verkürzen, und die gestaute Muskelmasse quillt dann unter dem festen Teil der Fascia lata hervor, der den oberen Abschnitt des Muskels zusammenschnürt. Das erwähnte Verstärkungsbündel der Fascie bildet gewissermassen die Ausgangspforte für den Muskel. Auf diese Weise kommt der Wulst schon am Fascienpräparat zu stande, wenn das Bein überstreckt wird. Die Fig. 14 stellt ein solches Präparat dar, an dem der Wulst sichtbar ist, und ausserdem der schiefe Verlauf des Lig. patellare sowie die zu den Seiten desselben vorquellenden Fettwülste die starke Streckstellung des Kniegelenkes andeuten. Die gleichen Besonderheiten können auch am lebenden Bein beobachtet werden und sind auch von der Antike manchmal recht gut wiedergegeben.

In der Beugestellung des Kniees muss der Wulst verschwinden, weil dann der Vastus medialis gleichmässig gedehnt wird. Auch in der aktiven Streckstellung pflegt er, wie schon gesagt, zu verschwinden; man sieht geradezu durch die Haut hindurch, wie die Muskelmasse nach oben gezogen wird und nun der einheitliche Wulst des kontrahierten Vastus medialis in der bekannten, ovoiden, nach oben hin sich zuspitzenden Form erscheint. Hin und wieder habe ich gefunden, dass auch, wenn das auf dem Boden stehende Bein stark activ gestreckt wurde (bei starkem Durchdrücken der Kniee), doch noch eine leichte Andeutung des Wulstes erkennbar blieb. Aber auch diese sah ich immer verschwinden, wenn das Bein gehoben und nun in Streckstellung gehalten wurde.

Oft beschränkt sich der Wulst nur auf das Gebiet des Vastus medialis, doch kann er auch etwas weiter nach aussen fortgesetzt sein: das wird von der Länge der starken Querfasern abhängen, die unter Umständen auch noch die gemeinsame Strecksehne, ja selbst den Vastus lateralis in der gleichen Weise beeinflussen können.

Alles in allem handelt es sich also, wie auch Richer hervorhebt, um einen Wulst, der den erschlafften Zustand der Muskulatur andeutet, nicht aber den aktiv kontrahierten.

Es ist nicht ohne Interesse, den Suprapatellarwulst an den antiken Statuen zu verfolgen. Vielfach ist gegen seine Darstellungs-

form nichts einzuwenden: wir finden ihn am passiv gestreckten Standbein, während er an dem leicht gebeugten Spielbein fehlt oder nur noch ganz schwach angedeutet ist. So zeigen es der Doryphor, der Herakles Lansdowne, der Dresdener Athlet, der Diadumenos Vaison, Hermes Farnese und viele andere. Auch dass der Wulst vielfach, wie z. B. an den Beinen der Tyrannenmörder, ganz fehlt, ist aus der Haltung derselben begründbar und berechtigt. Manchmal ist der Wulst aber auch noch am gebeugten Bein dargestellt, wo er sich beim Lebenden nicht findet und auch seiner Natur nach nicht mehr begründet ist. So zeigt er sich z. B. noch am linken gebeugten Knie des Laokoon, am linken, fast rechtwinklig gebeugten Knie des Barberinischen Faun, ferner an den gebeugten Beinen zweier Figuren aus dem Weihgeschenk des Königs Attalos (FRIEDERICHS-WOLTERS, No. 1404 und 1410), sowie besonders auffällig an dem kämpfenden Krieger, der 1882 durch S. Reinach auf Delos gefunden ist, und von dem die Strassburger Archäologische Sammlung den Abguss besitzt[1]. Hier ist der Suprapatellarwulst nicht nur am linken Bein sehr deutlich, das der auf das rechte Knie gesunkene Krieger in stumpfwinkliger Beugung vor sich hinstellt, sondern sogar noch am rechten Knie erkennbar, auf dem der Körper am Boden ruht, und das somit durch die Schwere des Körpers in eine spitzwinklige Beugestellung gedrängt ist.

Auch Beispiele, wo das aktiv stark gestreckte Bein den Wulst noch zeigt, lassen sich nachweisen, wie das linke Bein des Borghesischen Fechters, an dem schon SALVAGE ganz zutreffend die Wulstung als im Muskel befindlich darstellt, oder das rechte Bein des Galliers, der sich das Schwert in die Brust stösst, nachdem er sein Weib getötet hat. (FRIEDERICHS-WOLTERS, Nr. 1413, „Gallier und sein Weib".) Gesehen habe ich den Wulst bei so starker Streckstellung des Beines, wie sie der Fechter zeigt, bisher nicht; bei der anatomischen Genauigkeit, mit der sonst die Figur gearbeitet ist, möchte ich es aber dahingestellt sein lassen, ob er nicht doch möglich wäre. An dem rechten Knie des Galliers mit seiner unnatürlichen Häufung von Wülsten wird aber wohl auch der Suprapatellarwulst als rein schematisch bezeichnet werden dürfen. Dasselbe darf auch von den oben genannten Darstellungen des

[1] Siehe MAXIME COLLIGNON, Geschichte der griechischen Plastik, Bd. II., ins Deutsche übertragen von FRITZ BAUMGARTEN. Strassburg 1898. S. 552. Die Abbildung Fig. 264 auf S. 553 lässt das Detail des Kniereliefs nicht erkennen.

Wulstes am gebeugten Knie gesagt werden, wenigstens in den Fällen, wo die Beugung höhere Grade erreicht. Es scheint mir gerade der Suprapatellarwulst ein Beispiel dafür zu sein, dass eine anfangs richtig beobachtete Form allmählich zum Schema geworden ist, das auch da noch befolgt wurde, wo es der Natur der Sache nach nicht mehr berechtigt war. Ausgedehntere Erhebungen hierüber könnten vielleicht auch dem Kunstarchäologen einiges Interesse bieten. —

4. Der doppelte Fersenhöcker.

Lebouco[1] hat zuerst auf diese Eigentümlichkeit der antiken Plastik aufmerksam gemacht. Sie besteht darin, dass die Ferse doppeltgeschwungen ist, „und zwar in der Weise, dass oberhalb des nach hinten vorspringenden Höckers des Calcaneus sich ein zweiter, ebenfalls abgerundeter, aber etwas niedriger befindet. Beide sind scharf von einander getrennt bei kräftigen Männerfiguren (Borghesische Fechter, Laokoon, Farnesische Herkules u. a. m.); bei weicheren jugendlichen Formen ist die Trennung so scharf nicht mehr, lässt sich bisweilen besser durch Betasten als durch blosses Ansehen nachweisen, und schliesslich kommt es zum vollständigen Schwund des Einschnittes zwischen beiden Höckern, so dass, wie bei vielen Frauenfiguren, eine hohe, abgeplattete Ferse vorhanden ist". Bei modernen Füssen fand Lebouco von dieser Bildung entweder Nichts oder doch nur eine Andeutung davon. Als Erklärung für beide Erscheinungen, einerseits für die geschilderte Bildung selbst und andererseits dafür, dass sie bei den Füssen moderner Menschen fast oder ganz fehlt, nimmt Lebouco zweierlei Momente in Anspruch: ein gewisses Maass von Uebertreibung, Schematisierung bei der Antike und eine künstliche Verunstaltung des modernen Fusses. Lebouco macht darauf aufmerksam, dass die obere Grenze der dicken Sohlenhaut, die den Fersenhöcker bedeckt, unterhalb des oberen Teiles des Calcaneus liegt, an dem die Achillessehne inseriert. Dadurch wäre also die Möglichkeit für zwei Höckerbildungen gegeben: die untere würde der dicken Sohlenhaut, die obere dem oberen Teil der Hinterfläche des Calcaneus mit dem Ansatz der Achillessehne ihre Entstehung verdanken. Weiterhin folgert Lebouco, dass bei hochgewölbten Füssen mit hoher Ferse der obere

[1] Lebouco, Zur plastischen Anatomie der Fersengegend bei den Antiken. Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft auf der 7. Versammlung in Göttingen 1893.

Höcker stärker vortreten müsse, und hält es für wahrscheinlich, dass die griechischen Künstler gerade diese hoch gewölbten Füsse mit hoher Ferse gesucht, resp. dargestellt hätten, da diese Fussform die imponierendste sei. Dass bei den modernen Menschen der obere Höcker fehle, wird von LEBOUCQ als Folge der unzweckmässigen Fussbekleidung aufgefasst. — In der Diskussion zu LEBOUCQ's Ausführungen schloss sich auch HENKE jener Deutung der beiden Höcker an, während CHIEVITZ meinte, dass der obere Höcker der antiken Ferse zu hoch sitze, als dass er vom Calcaneus herrühren könne.

Eine gut ausgebildete doppelte Hacke sah ich in diesem Winter bei einer sehr kräftigen, schön gebauten männlichen Leiche. An den unverletzten Füssen war ganz unverkennbar der obere Höcker über dem eigentlichen Fersenhöcker vorhanden.

Die Präparation ergab in Bestätigung der LEBOUCQ'schen Ansicht, dass der Grund allerdings in erster Linie im Calcaneus zu suchen ist, wenn auch einem grossen Teil des Wulstes selbst die Achillessehne zu Grunde liegt. Bekanntlich setzt die Achillessehne nicht am oberen Rande des Fersenhöckers an, sondern erheblich tiefer, an der hinteren Fläche desselben, so dass zwischen der Sehne und der oberen Hälfte der Hinterfläche des Tuber ein Raum bleibt, der von dem bekannten grossen Schleimbeutel nebst umgebendem Fett eingenommen wird. Dadurch wird die Sehne über ihrem Ansatz nach hinten vorgewölbt, um so mehr, je mehr der obere Teil des Tuber calcanei selbst vorspringt. An der erwähnten Leiche war das in sehr hohem Grade der Fall. Die Achillessehne ist zwar in dieser Gegend schon wieder verbreitert und demnach auch etwas dünner als in dem darüber befindlichen schmäleren Abschnitt; immerhin besitzt sie auch hier hinter dem Schleimbeutel noch eine recht beträchtliche Dicke. Jederseits von ihr trat in dem vorliegenden Falle der obere Teil des Tuber calcanei noch besonders hervor, und zwar lateral etwas stärker als medial. Auch an dem noch unverletzten Fusse war diese ungleiche Ausbildung des oberen Höckers (lateral stärker als medial) erkennbar gewesen.

Auch bezüglich der Abgrenzung des unteren und oberen Höckers gegen einander fand ich die Auffassung von LEBOUCQ und HENKE bestätigt: die fettgepolsterte dicke Sohlenhaut reicht nur bis zu der Linie des Calcaneus in die Höhe, wo die Achillessehne am Knochen anzusetzen beginnt.

Betrachtet man eine grössere Anzahl Calcanei, so findet man das Tuber recht verschieden entwickelt. An kleinen, schwächeren

Knochen verschmälert es sich nach oben hin sehr beträchtlich, so dass die Fläche über dem Ansatz der Achillessehne (also das glatte Gebiet, dem der Schleimbeutel entspricht) schmal dreieckig ist. In anderen Fällen, an sehr kräftigen Knochen, ist die Verschmälerung viel weniger bedeutend und beginnt erst höher oben, so dass auch über der queren Insertionslinie der Achillessehne das Tuber zunächst noch die Breite bewahrt, die es in der unteren Hälfte besitzt. Auch ist dann die hintere Fläche des Calcaneus höher, so dass der obere Begrenzungsrand des Knochens, von der Facies articularis posterior nach hinten hin mehr geradlinig und (bei gleicher Haltung des Knochens) weniger absteigend verläuft als bei grazileren Knochen. An der erwähnten Leiche war die obere Hälfte des Tuber calcanei besonders stark entwickelt, und dies, verbunden mit kräftiger Entwicklung der Achillessehne, bedingte eben die Bildung des oberen Höckers.

Die von mir untersuchten 220 Soldaten zeigten von dem oberen Fersenhöcker Nichts; wohl aber sah ich einen solchen bei dem zweiten der oben erwähnten Brüder „Laares". Hier springt über dem eigentlichen Fersenhöcker der zweite Höcker, und zwar wesentlich nach aussen hin vor. Der Finger stösst lateral von der Achillessehne auf knöchernen Widerstand, — ein Zeichen, dass es vor allem der Calcaneus ist, der die Bildung bedingt.

Schon der Apoll von Tenea zeigt die doppelte Hacke, die sich dann später, wie Lebouco festgestellt hat, an den kräftigen männlichen Figuren meistens findet. Am Diskoswerfer von Myron, wo sie beiderseits dargestellt ist, ist gut erkennbar, dass der obere Höcker nicht nur nach hinten, sondern auch nach den Seiten vorspringt. Es handelt sich eben auch um eine Verbreiterung des Calcaneus zu beiden Seiten der Achillessehne. Vielfach ist der obere Höcker nur sehr schematisch gebildet.

Was die Lage des oberen Höckers anlangt, so findet er sich meist unter dem Niveau des unteren Randes des Malleolus medialis, aber noch im Niveau des Malleolus lateralis. Das ist ja in der That etwas hoch, und das Bedenken von Chievitz war somit nicht ganz unbegründet; man muss aber doch einerseits ein besonders hohes Tuber calcanei voraussetzen und andererseits damit rechnen, dass durch die das Tuber bedeckende Achillessehne eine Vergrösserung des Höckers in die Umgebung bewirkt wird. Jedenfalls glaube ich nicht, dass eine andere Erklärung des oberen Höckers möglich oder nötig sei.

Auch bezüglich des oberen Fersenhöckers halte ich Rasseneinflüsse für sehr möglich und diesbezügliche Feststellungen für sehr erwünscht.

Am Schlusse dieser Betrachtungen ist es mir ein Bedürfnis, für vielfache Unterstützung, deren ich mich bei ihrer Abfassung zu erfreuen hatte, den herzlichsten Dank auszusprechen. Herrn Professor PUCHSTEIN danke ich für viele wertvolle Hinweise und stets bereitwilligst erteilte Auskunft in kunstarchäologischen Fragen; die Herren Hofrat Dr. M. DRESSLER, Professor v. OECHELHÄUSER und OTTO AMMON in Karlsruhe gewährten mir mannigfache Unterstützung und Förderung; vor allem aber danke ich dem ausserordentlich freundlichen Entgegenkommen der Herren Oberst WAENKER v. DANKENSCHWEIL und Oberstabsarzt Dr. SCHÖNHALS die Möglichkeit, eine grössere Anzahl (über 200) kräftiger männlicher Körper zu sehen und damit die vorliegenden Betrachtungen an die Ergebnisse ausgedehnterer Beobachtungen anzuschliessen.

Freiburg i. B., 9. März 1902.

Tafelerklärung.

Taf. XV.

Fig. 1. Knabe von 15 Jahren und 3 Monaten. Nach einer Photographie von Herrn O. Ammon-Karlsruhe.

Fig. 2. Derselbe Knabe im Alter von 17 Jahren und 3 Monaten. Nach einer Photographie von Herrn O. Ammon-Karlsruhe.

Fig. 3, 4, 5. Bauchplastik Erwachsener. Nach Photographieen von Herrn Hofphotograph Kempke-Freiburg.

Taf. XVI.

Fig. 6—10. Bauchplastik Erwachsener. Nach Photographieen von Herrn Hofphotograph Kempke-Freiburg.

Die Fig. 8 und 9 stellen denselben, vorzüglich durchgeturnten und muskulösen Körper in zwei Ansichten dar; das Modell der Fig. 10 hatte die Bauchmuskeln absichtlich kontrahiert. Man sieht, dass der Wulst des Obliquus externus sich nach oben zurückgezogen hat, und die Spina iliaca anterior superior frei liegt.

Taf. XVII.

Fig. 11 und 12. Bauchplastik Erwachsener. Nach Photographieen von Herrn O. Ammon-Karlsruhe.

Fig. 13—15. Kniegegend Erwachsener. Fig. 13 und 14 bei erschlaffter Streckmuskulatur; Suprapatellarwulst. Fig. 15: die Kniee von Fig. 14 bei kontrahierten Streckern.

GEOLOGISCHE KARTE DES SÜDLICHEN RHAETIKON

GEOLOGISCHE KARTE DES SÜDLICHEN RHAETIKON.

Entworfen von Dr. TH. LORENZ.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. Bd. XII. 1901. Tafel I.

Mit Bewilligung des eidg. topogr. Bureau reproduziert.

Farbendruck von Giesecke & Devrient, Leipzig.

Massstab 1:50000.

1cm = 500 Meter

1000 Meter. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Kilometer

Equidistanz 30 Meter.

Profile durch den südlichen Rhaetikon.

Massstab der Längen und Höhen 1 : 50000

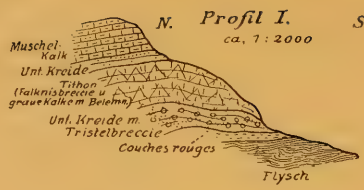
Farben-Erklärung.

t Trias · ti Tithon · uk Untere Kreide · Tristelbreccie darin · cr Couches rouges · fl Flysch · di Diluvium · Überschiebung

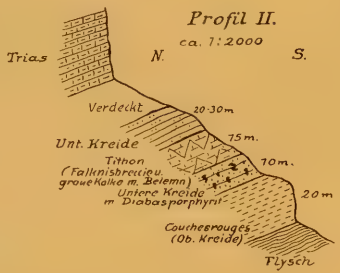
Giesecke & Devrient, Leipzig.

Berichte d. naturf. Ges. Freiburg i. B. Band XII. 1902.

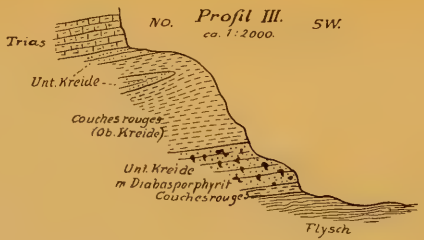
Giesecke & Devrient, Leipzig.

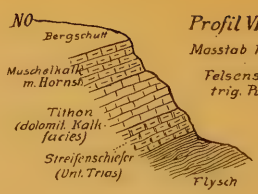

Profil I.
ca. 1:2000
N.
S.
Muschel-Kalk
Unt. Kreide
Tithon
(Falknisbreccie u. graue Kalke m. Belemn.)
Unt. Kreide m. Tristelbreccie
Couches rouges
Flysch

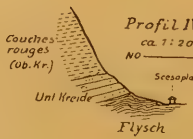
Profil V.
NO.
SW.
Triaskalke
Triasmergel
Muschelkalk
m. Hornstein
Flysch

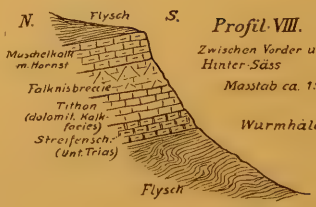

Profil II.
ca. 1:2000
Trias
N.
S.
Verdeckt
20-30m
Unt. Kreide
75m.
Tithon
(Falknisbreccie u. graue Kalke m. Belemn.)
10m.
Untere Kreide m. Diabasporphyrit
20m
Couches rouges (Ob. Kreide)
Flysch

Schamellahütte
Triaskalke
Mytilus-Bank
Triasmergel
Profil VI.
Massstab ca. 1:5000
NO — SW.
Flysch
Muschelkalk
Flysch
Streifenschiefer (Unt. Trias)
Flysch

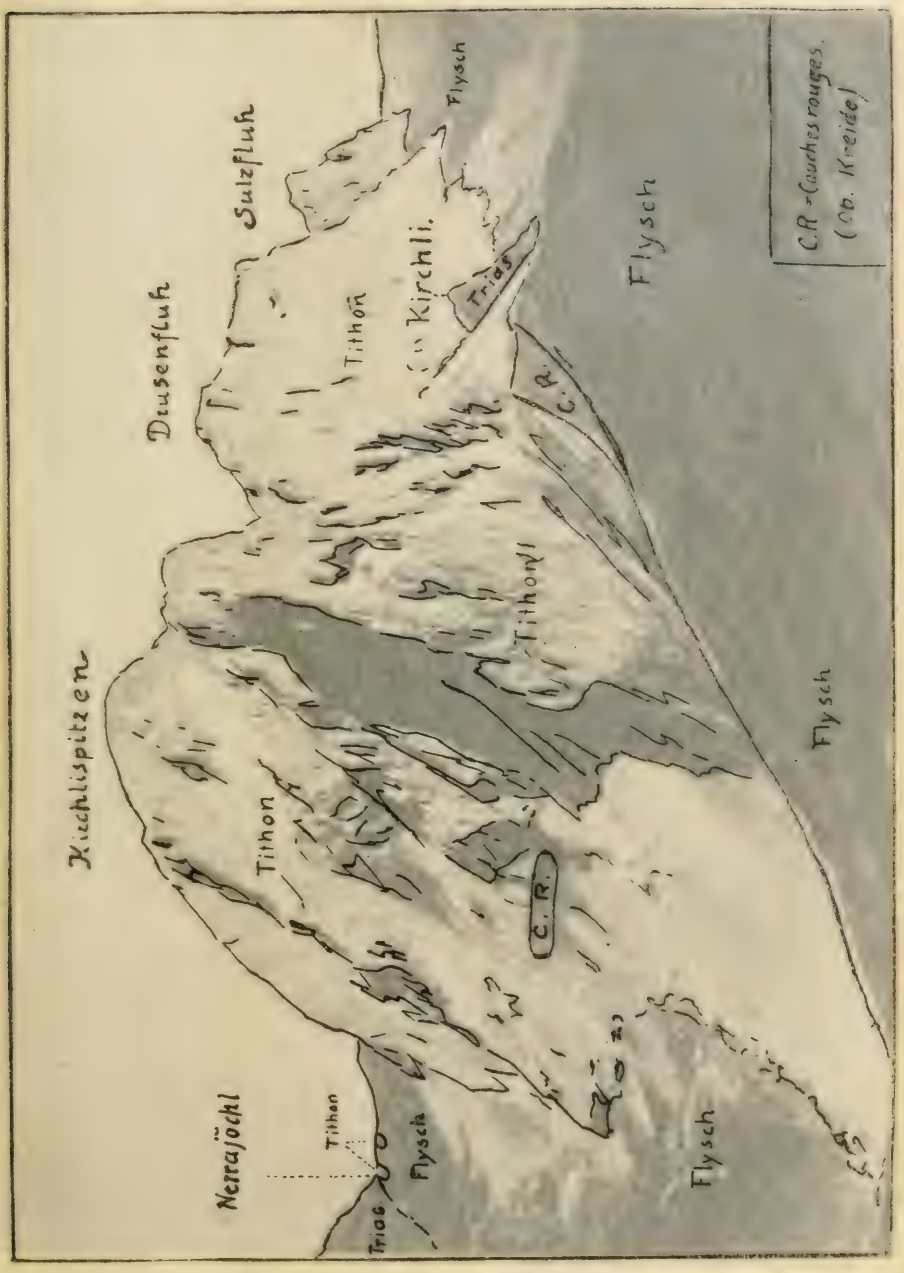

NO.
Profil III.
ca. 1:2000.
SW.
Trias
Unt. Kreide
Couches rouges (Ob. Kreide)
Unt. Kreide m. Diabasporphyrit
Couches rouges
Flysch


NO
Profil VII.
SW.
Massstab 1:4000 ca.
Bergschutt
Felsenschwelle b. d. trig. Punkt 1994.
Muschelkalk m. Hornst.
Tithon (dolomit. Kalk-facies)
Streifenschiefer (Unt. Trias)
Flysch


Profil IV.
ca. 1:2000
NO
SW
Seesaplanohütte
Couches rouges (Ob. Kr.)
Unt. Kreide
Flysch


N.
Flysch
S.
Profil VIII.
Zwischen Vorder u. Hinter-Säss
Massstab ca. 1:10000
Muschelkalk m. Hornst
Falknisbreccie
Tithon (dolomit. Kalk-facies)
Streifensch. (Unt. Trias)
Wurmhalde
Flysch

Profil IX
Profil XI.
Masstab ca. 1:8000.
Lunereck
Kanzelkopf
Profil XII
1:12500
Vorarlberg
Praettigau
Profil XIII
Vorarlberg
Praettigau
Profil XIV
Kirchlispitzen
Kirchli
Profil XV
Kirchlispitzen

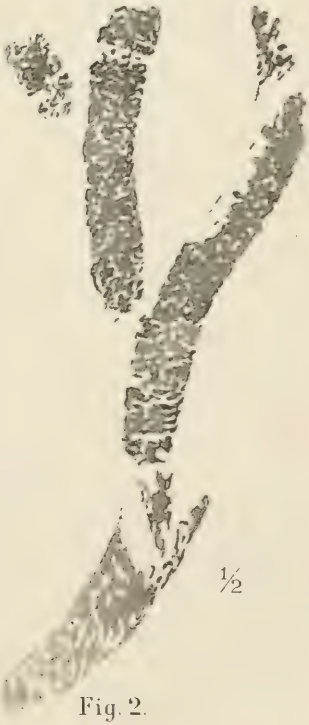


Geol. Studien etc. II. Theil: Südlicher Rh

Th. Lorenz. Geol. Studien etc. II. Theil: Südlicher Rhaetikon.

Fig. 1.

½



½

Fig. 3.

Fig. 2.

Th. Lorenz. Geol. Studien etc. II. Theil: Südlicher Rhaetikon.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart

Fig. 1.

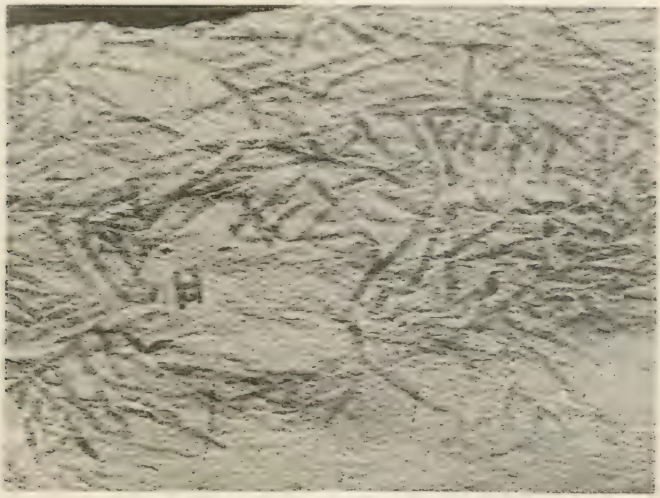
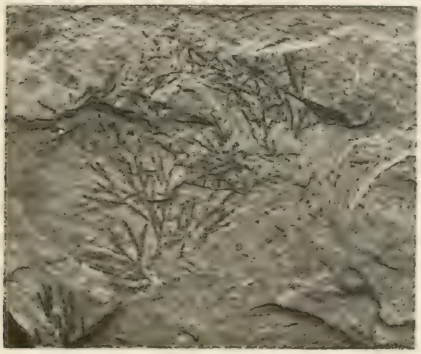


Fig. 2.



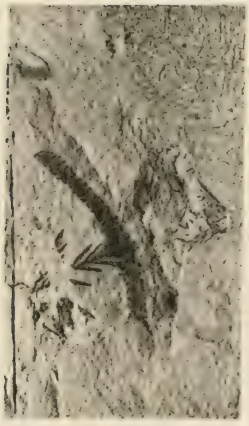
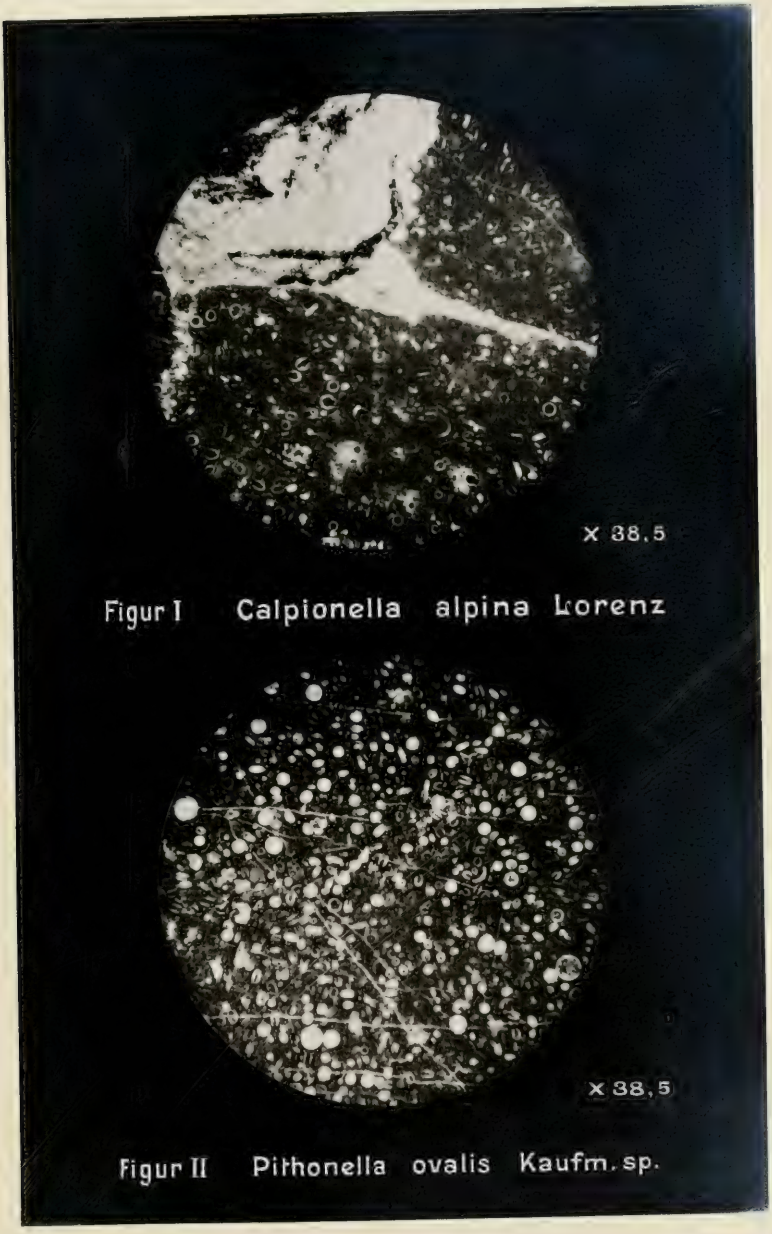


Fig. 3.

Fig. 4.

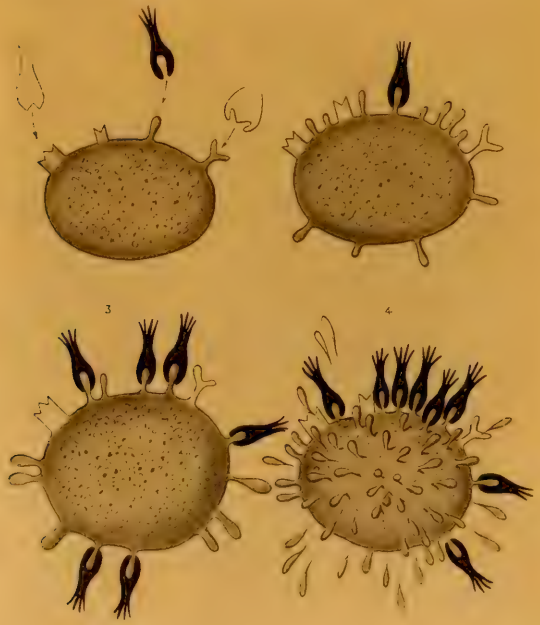
Th. Lorenz. Geol. Studien etc. II. Theil: Südlicher Rhaetikon.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.

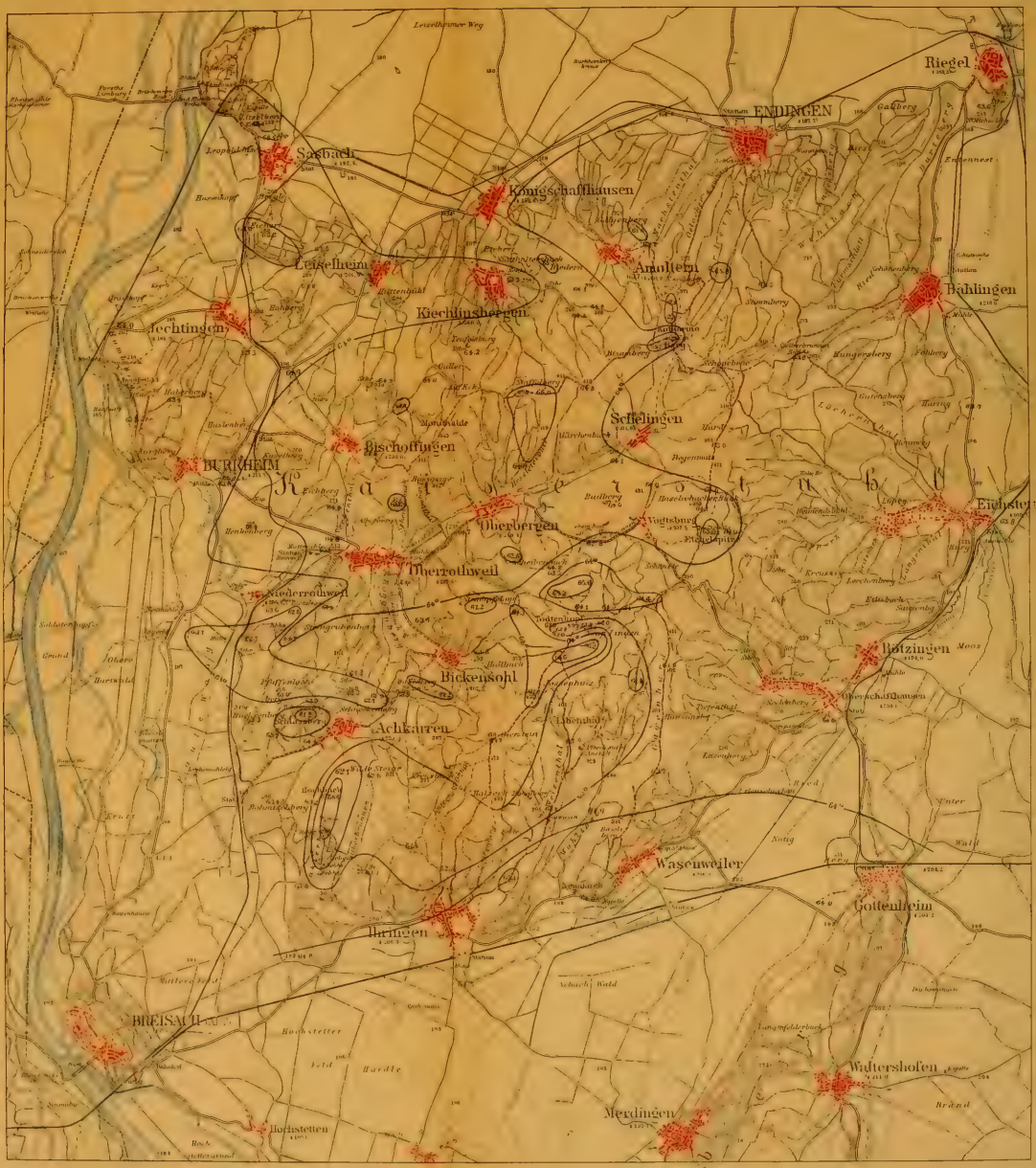


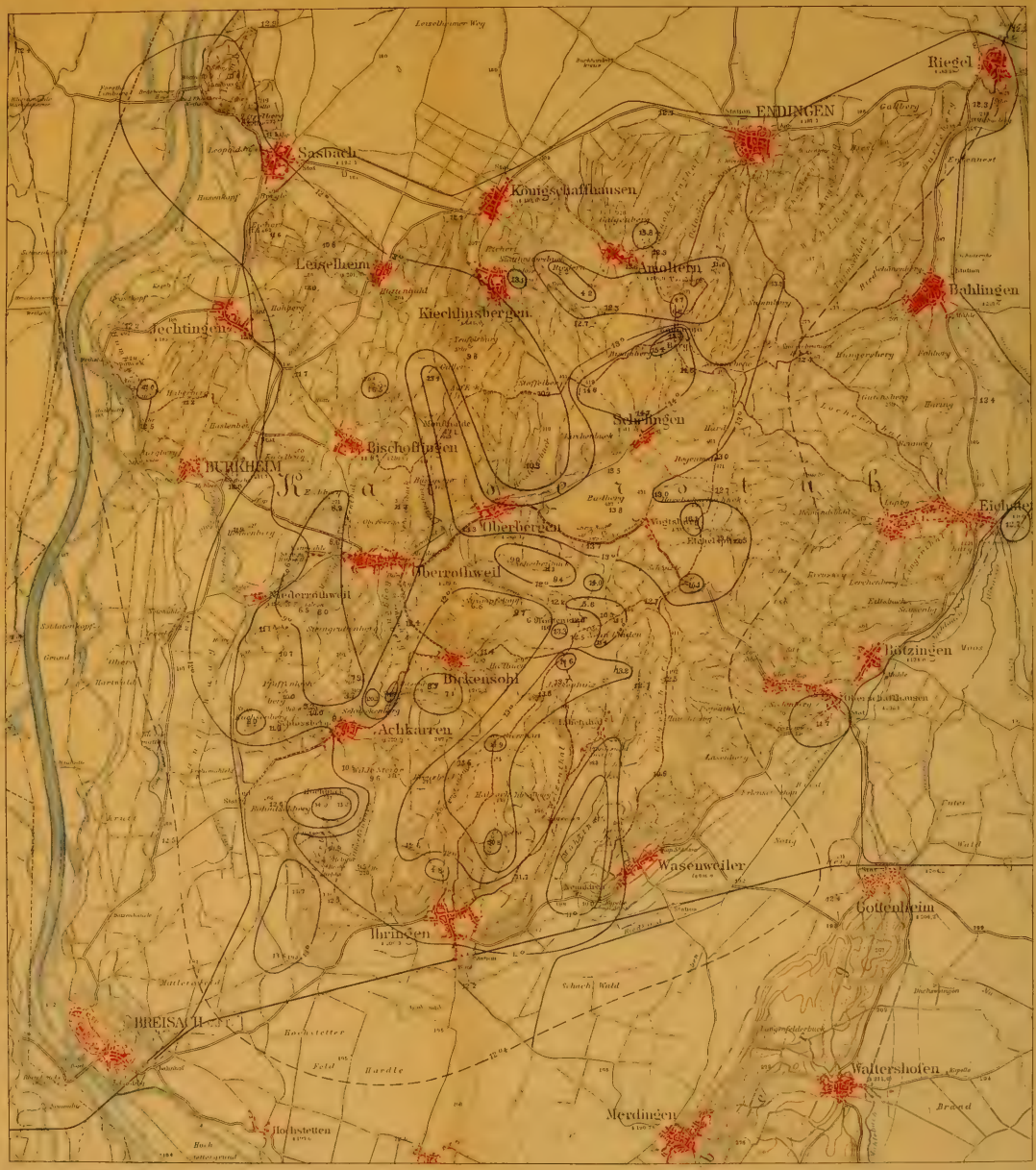
Th. Lorenz. Geol. Studien etc. II. Theil: Südlicher Rhaetikon.

Abgebildet nach Roy. Soc. Proc., Vol. 66, Plate 7.



G. Meyer, Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl.


Riegel
ENDINGEN
Sasbach
Königschaffhausen
Leiselheim
Amoltern
Bahlingen
Kiechlinsbergen
Jechtingen
Schelingen
BURKHEIM
Bischoffingen
Eichstetten
Oberbergen
Oberrothweil
Niederrothweil
Bötzingen
Bickensohl
Achkarren
Wasenweiler
Gottenheim
Ihringen
BREISACH
Walterschofen
Merdingen
Hochstetten



G. Meyer, Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl.

Die Pfeile stellen durch Grösse und Richtung die Horizontalcomponente der magnetischen Wirkung des Gebirges dar (1mm = 0.001 C.G.S.), die beigeschriebenen ( ) Zahlen bedeuten die Verticalcomponente der magnetischen Wirkung des Gebirges in 0.001 C.G.S. Einheiten (+ nach unten gerechnet).

G. Meyer, Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

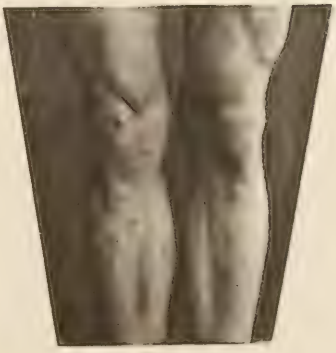


Fig. 15.

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart

Berichte

der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.

Erscheinungsweise und redactionelle Bestimmungen.

Die „Berichte“ erscheinen in **zwangloser** Folge.

24 Druckbogen, wobei auch jede den Raum einer Druckseite einnehmende Tafel als 1 Druckbogen gerechnet wird, bilden einen Band.

Der Abonnementspreis ist auf M. 12.— festgesetzt.

In den „Berichten“ finden Aufnahme:

I. Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften.

II. Kürzere Mittheilungen über bevorstehende grössere Publicationen, neue Funde etc. etc.

Die für die „Berichte“ bestimmten Beiträge sind in vollständig druckfertigem Zustande an ein Mitglied der Redactions-Commission einzusenden.

Ueber die Aufnahme und Reihenfolge der Beiträge entscheidet lediglich die von der Naturforschenden Gesellschaft ernannte Redactions-Commission. Auch ist mit dieser über die etwaige Beigabe von Tafeln und Illustrationen zu verhandeln.

Der Autor erhält 50 Frei-Exemplare und jede weitere gewünschte Anzahl von Separat-Abzügen von der Druckerei (C. A. Wagner) zum Selbstkosten-Preise.

Die Separat-Abzüge müssen spätestens bei Rücksendung der Correctur bestellt werden.

Separat-Abzüge von Abhandlungen können dem Autor unter Umständen erst am Tage der Ausgabe des betr. Heftes zugestellt werden, Separat-Abzüge von „kleineren Mittheilungen“ dagegen sofort.

Nicht-Abonnenten beziehen die „Berichte“ durch Vermittlung der Verlagsbuchhandlung J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) in Tübingen.

Die Abhandlungen des XII. Bandes: Lorenz, Theodor, Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer und ostalpiner Facies, und Meyer, G., Erdmagnetische Untersuchungen im Kaiserstuhl, sind einzeln ebenda erhältlich.

Die Redactions-Commission.

Prof. Dr. **J. Lüroth.** Prof. Dr. **G. Steinmann.**

Dr. **K. Gerhardt.**

3 2044 106 306 491